



Читайте  
в номере:

**50** Взгляд  
на трубопровод  
изнутри



**86** Повышение  
долговечности  
тепловых сетей



**126** Матмодель  
нелинейного  
переноса



**140** Управление  
инженерными  
системами

№ 1 январь 2013



САНТЕХНИКА

ОТОПЛЕНИЕ

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ  
ЖУРНАЛ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

О чем мечтает  
монтажник?

**uponor**  
simply more

Тёплые полы Uponor —  
выбор профессионалов



На правах рекламы.

Горячая бесплатная линия (для звонков из России) **8 800 700 6982**

Посетите наш веб-сайт **www.uponor.ru**

# Стабильность. Качество.



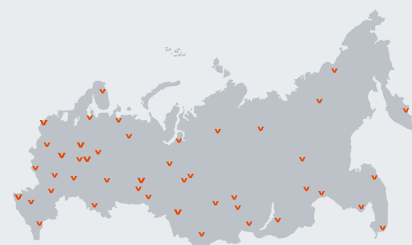
Приглашаем Вас на наш стенд 14В/526 в павильоне 3 зала 14 на выставке Aqua-Therm Moscow, которая состоится с 5 по 8 февраля в выставочном зале Крокус Экспо Москва. В рамках выставки 7 февраля в павильоне 3, конференц-зале N3 4-го уровня пройдет специальная конференция “Инновационное отопительное оборудование Viessmann для промышленного и коммунального теплоснабжения”, где мы будем рады Вас видеть.  
Начало конференции в 14.00

# Инновации.

# ВЕСМАНН

**15 лет в России**

Стабильность. Качество. Инновации.



ООО "Виссманн" Москва  
Ярославское шоссе, 42  
Телефон: +7 495 663 21 11 · [www.viessmann.ru](http://www.viessmann.ru)

**VIESSMANN**

climate of innovation



### [Обезжелезивание воды на катализаторе](#)

В задаче обезжелезивания подземных артезианских вод все еще не видно надежного решения. Первый промышленный способ очистки воды от железа состоял в фильтрации аэрированной воды через кварцевый песок. Со временем технические решения все более усложняются при неизменной простоте очистки воды от природного железа.

44



### [Циркуляционные насосы с механическим управлением. Обзор рынка](#)

Циркуляционные насосы стали неотъемлемым компонентом отопительной системы любого размера. Они позволяют прокладывать протяженные теплотрассы сложной конфигурации, экономить энергию, использовать трубопроводы меньших диаметров и, конечно, повышать комфорт пользователя.

66



### [Автономные отопительные системы](#)

Переход на автономное теплоснабжение наиболее предпочтителен в крупных городах при комплексной реконструкции жилых домов с газовым обеспечением, в том числе массовой застройки периодов индустриального домостроения, что позволит значительно снизить эксплуатационные затраты и повысить эффективность реконструктивных мероприятий.

76



### [Исследование эффективности централизованных систем теплоснабжения](#)

Проанализированы основные недостатки существующих централизованных систем теплоснабжения городов, сформулированы принципы развития структуры и технологий теплоснабжения, разработаны высокоэффективные технологии работы и методики расчета теплоисточников и систем теплоснабжения.

96



### [Определение параметров охладительного периода](#)

В последнее время, в связи с повышением требований к комфортности внутреннего микроклимата общественных зданий, особенно в теплый период года, в сочетании с усиливающимся дефицитом энергоресурсов, растет потребность в возможно более точной оценке потребления энергии на обработку наружного воздуха в течение охладительного периода.

120



### [Обобщенная математическая модель стационарного нелинейного переноса](#)

Предлагается и подробно рассматривается обобщенная математическая модель нелинейного стационарного процесса молекулярного переноса тепла (или влаги) через многослойные ограждающие конструкции с учетом фильтрации воздуха, конденсации или испарения парообразной влаги и источников теплоты.

126

<b>Новости</b>	<b>6</b>
<b>Исследование рынка</b>	
<a href="#">Исследование рынка дымоходов из нержавеющей стали</a>	<b>14</b>
<b>Обзор мобильных приложений</b>	
<a href="#">Обзор мобильных приложений для iOS</a>	<b>22</b>
<b>Сантехника</b>	
<a href="#">О долговечности армированных стекловолокном полипропиленовых труб</a>	<b>28</b>
<a href="#">Электрохимическая обработка воды</a>	<b>34</b>
<a href="#">Строительство в фокусе</a>	<b>38</b>
<a href="#">Современные дренажные решения</a>	<b>40</b>
<a href="#">Обезжелезивание воды на катализаторе</a>	<b>44</b>
<a href="#">Geberit Pluvia — сифонная система водостока</a>	<b>48</b>
<a href="#">Взгляд изнутри</a>	<b>50</b>
<a href="#">Квартирный гаситель гидравлических ударов</a>	<b>54</b>
<a href="#">Эксплуатация полиэтиленовых трубопроводов</a>	<b>62</b>
<b>Отопление</b>	
<a href="#">Циркуляционные насосы с механическим управлением. Обзор рынка</a>	<b>66</b>
<a href="#">Гидравлический режим системы водяного отопления</a>	<b>72</b>
<a href="#">Комфортное отопление и горячее водоснабжение от Electrolux</a>	<b>74</b>
<a href="#">Автономные отопительные системы</a>	<b>76</b>
<a href="#">Тепло NEVALUX в каждый дом</a>	<b>80</b>
<a href="#">Проектирование жилых домов с поквартирным отоплением</a>	<b>82</b>
<a href="#">Пути повышения долговечности тепловых сетей</a>	<b>86</b>
<a href="#">Обеспечение пиковой нагрузки ТЭЦ</a>	<b>90</b>
<a href="#">Исследование энергоэффективности централизованных систем теплоснабжения</a>	<b>96</b>
<a href="#">Неэффективная эксплуатация теплосетей</a>	<b>104</b>
<a href="#">Оптимизация теплопередающих циркуляционных колец инженерных систем</a>	<b>106</b>
<a href="#">Оценка энергоэффективности зданий</a>	<b>110</b>
<b>Кондиционирование</b>	
<a href="#">Тепловлажностной режим ограждающих конструкций промышленного холодильника</a>	<b>114</b>
<a href="#">Вентиляция в помещениях малых объемов</a>	<b>118</b>
<a href="#">Определение параметров охлаждающего периода</a>	<b>120</b>
<a href="#">Теплоизолирующий слой в навесных вентфасадах</a>	<b>123</b>
<a href="#">Обобщенная матмодель стационарного нелинейного переноса</a>	<b>126</b>
<b>Энергосбережение</b>	
<a href="#">Анализ детального энергетического аудита зданий</a>	<b>130</b>
<a href="#">Энергосбережение в промышленности</a>	<b>134</b>
<a href="#">Энергетическая независимость объекта недвижимости</a>	<b>138</b>
<a href="#">Современные элементы управления инженерными системами</a>	<b>140</b>

**Компании, упомянутые в номере**

«Балтийская Газовая Компания» 80, «НИИ Мосстрой» 28, «Русклимат» 74, «Упонар Рус» 136, B2B Research 14, Biral 70, Bosch 23, DAB 70, Friatec AG 61, Geberit 48, Grundfos 70, Halm 71, KSB 71, Lowara 71, Reflex 23, Speroni 71, Unipump 71, Unitherm 71, Viessmann 25, Wilo 23, Xylem 73, ООО «Веста Трейдинг» 54, ООО «КСБ» 38, ООО «Прогресс» 28

**Список рекламодателей номера**

Belimo, Biasi, Buderus, Danfoss, Ferrolli, Geacomini, Gea Mashimpeks, Geberit, Gorenje, Grundfos, Honeywell, KAN, KSB, Ridgid, Testo, Uponor, Vaillant, Valtec, Viega, Viessmann, Vivatex, Voll, Zota, «Балтийская Газовая Компания», «Главобъект», Жуковский машиностроительный завод, «Конвек», «Мессе Франкфурт», «Русклимат»

# Buderus Logamax

## настенные газовые котлы



### Logamax U032, U034

- Диапазон мощности: 7 – 24 кВт
- Отопление и ГВС
- Модель с отдельным пластинчатым теплообменником ГВС
- Габариты: 400 x 700 x 295 мм
- Возможность подключения комнатного термостата



### Logamax U042, U044

- Диапазон мощности: 8,9 – 24 кВт
- Отопление и ГВС
- Битермический проточный теплообменник
- Габариты: 400 x 745 x 360 мм
- Возможность подключения комнатного термостата



### Logamax U052, U054

- Диапазон мощности: 7,8 – 24, 28 кВт
- Модели со встроенным бойлером
- Модели с битермическим проточным теплообменником ГВС, со встроенным баком ГВС на 48 л и одноконтурные котлы
- Габариты: 400 x 735 x 360 мм
- Возможность погодозависимого управления до 4 отопительных контуров с поддержанием комнатной температуры
- Возможность каскада до 16-ти котлов

# Buderus Logamax plus

## настенные конденсационные котлы



### Logamax plus GB072

- Диапазон мощности: 2,9 – 14; 6,6 – 24 кВт
- Отопление и ГВС
- Модель с отдельным пластинчатым теплообменником ГВС и одноконтурные котлы
- Габариты: 440 x 840 x 350 мм
- Возможность погодозависимого управления отопительными контурами с поддержанием комнатной температуры
- Возможность каскада до 16-ти котлов



### Logamax plus GB112

- Диапазон мощности: 8,8 – 29; 12,9 – 43 кВт
- Отопление и ГВС (при подключении бойлера)
- Встроенный теплообменник с большими поверхностями нагрева ребристых труб
- Габариты: 560 x 685 x 431 мм
- Возможность погодозависимого управления отопительными контурами с поддержанием комнатной температуры
- Возможность каскада до 8 котлов



### Logamax plus GB162

- Диапазон мощности: 15,6 – 65; 19 – 80, 100 кВт
- Отопление и ГВС (при подключении бойлера)
- Габариты: 520 x 1280 x 465 мм
- Возможность погодозависимого управления отопительными контурами с поддержанием комнатной температуры
- Возможность каскада до 16-ти котлов

## Уважаемые читатели журнала С.О.К.!

Вы держите в руках первый номер журнала в 2013 году. Весь прошедший год коллектив редакции работал для Вас, совершенствуя наше издание. Мы проделали большую работу в повышении стандартов публикаций и дизайна отраслевых СМИ.

Большое внимание в прошедшем году мы уделили развитию Интернет-ресурсов, а также постарались сделать сайт журнала С.О.К. ([www.c-o-k.ru](http://www.c-o-k.ru)) ведущим информационным порталом в отрасли. Посетители сайта могут знакомиться с последними новостями рынка, загружать электронные версии журналов С.О.К., пользоваться библиотекой, содержащей более 11 000 документов, среди которых множество каталогов и инструкций на оборудование, специализированных книг, учебников, справочников. На сайте появилась видео-библиотека, где можно посмотреть подготовленные и снятые журналом С.О.К. эксклюзивные видео-интервью с руководителями ведущих компаний отрасли, а также видеоматериалы от производителей оборудования.

Надеемся, что новый раздел сайта «Каталог компаний» станет удобным и популярным инструментом, позволяющим нашим пользователям систематизировать информацию о тысячах компаний отрасли и работать с ней. Регистрируйтесь на сайте, добавляйте ваши компании, новости, семинары, пользуйтесь «Закладками» и «Заметками».

Форум журнала С.О.К. ([www.forum.c-o-k.ru](http://www.forum.c-o-k.ru)) также претерпел изменения и стал более интегрирован с сайтом С.О.К.: существенно изменен дизайн, появилась лента новостей, информация об отраслевых семинарах и выставках, новых видео и документах в библиотеке. Для вашего удобства мы разработали и выпустили мобильное приложение «СОК Мобайл». Теперь владельцы смартфонов и планшетов будут всегда в курсе последних событий в отрасли, смогут читать электронные версии всех журналов С.О.К., иметь доступ ко всем документам библиотеки и к отраслевому каталогу компаний, смотреть видео и размещать свои новости на сайте журнала.

Спасибо нашим читателям и партнерам за то, что Вы с нами, и за то, что помогаете развиваться нам и нашей отрасли!

Редакция журнала С.О.К.  
«Сантехника. Отопление. Кондиционирование»

## Vaillant Group

### Учебный центр Vaillant в Екатеринбурге



Компания Vaillant открыла новый учебный центр в Екатеринбурге. Уже сегодня партнеры компании — монтажники и специалисты по сервисному обслуживанию могут начать обучение по программе «Академии Vaillant». Программа профессионального обучения Vaillant давно известна российским партнерам компании. По мнению экспертов рынка, она признана одной из самых успешных и эффективных в отрасли. Обучение проводят инженеры — преподаватели Департамента обучения Vaillant. Это — специалисты с большим опытом практической работы в данной сфере, и обширными знаниями в области теор

рии и прикладной технологии. «Цель нашей постоянно действующей учебной программы — повысить качество проектирования, монтажа, и сервисного обслуживания отопительного оборудования», — говорит Евгений Сотниченко, руководитель Департамента обучения «Вайлант Групп Рус».

Процесс обучения организован в собственных специализированных классах, оснащенных действующим оборудованием, и позволяет внедрить производственные навыки и высокую техническую культуру (можно даже сказать — эстетику) специалистам по монтажу и сервисному обслуживанию.

В учебных центрах смоделированы « типовые », наиболее востребованные схемы индивидуального отопления. Но также подробно разбираются и более сложные проекты. Новый учебный центр в УрФО оснащен действующим оборудованием марок Vaillant и Protherm. Компания вложила в данный проект свыше миллиона рублей.

Екатеринбургский учебный центр в «Академии Vaillant» — второй в России. Первый уже работает в Санкт-Петербурге. На 2013 год запланировано открытие еще трех учебных центров — в Ростове-на-Дону и Казани, а также Саратове.

## Инновации

### Новая технология утилизации фреона

В США ученые из Университета Южной Калифорнии в Лос-Анджелесе разработали технологию, позволяющую с выгодой утилизировать трифторметан, который является одним из самых широко используемых фреонов в промышленности. Однако трифторметан (или просто «фтороформ») является очень опасным для окружающей среды, так как он не только разрушает озоновый слой, но является к тому же еще и «парниковым» газом, чей эффект почти в 15 тыс. раз превосходит эффект от CO<sub>2</sub>.

Обычно утилизация фреона является очень дорогостоящим и энергозатратным делом — как правило, излишки фреона разлагают при помощи нагрева до высокой температуры или сжигают при помощи плазмы. Но разработчики научились не только нейтрализовать молекулы CHF<sub>3</sub>, но и использовать их для синтеза ряда других органических соединений. И ключевым компонентом в их методе выступает кремнийорганический катализатор KHMDS — соль калия и органической кислоты из соединенных молекул метана,



аммиака и кремния. По словам ученых, им удалось связать молекулы фтороформа с простейшими и ароматическими углеводородами, альдегидами, кетонами, эфирами, а также соединениями бора, серы и кремния с органикой. В некоторых случаях подобный подход позволяет избежать нескольких промежуточных этапов, которые необходимы при попытках синтезировать органическую молекулу с присоединенным «хвостом» CF<sub>3</sub>. Методика позволяет достаточно дешево утилизировать фреон и использовать его в качестве сырья для синтеза некоторых важных органических соединений.

Фото компании-производителя или [www.worldwallpaper.com](http://www.worldwallpaper.com).





ОАО «МОЭК»

## Технологии для развития теплоснабжения Москвы

ОАО «МОЭК» на ежегодной конференции «Топливо-энергетический комплекс Москвы» представило перспективные технологии для развития теплоснабжения новой Москвы. В ходе конференции наиболее перспективной технологией в сфере теплоснабжения новых территорий была признана технология тригенерации — это комбинированное производство электрической энергии, тепла и холода. Благодаря тригенерации можно не только оптимизировать производственные затраты, но и предложить москвичам новую услугу — централизованное охлаждение помещений в летний период, которое может стать альтернативой электрическому кондиционированию.

За счет низкой себестоимости производства услуга снабжения холодом не окажет значительного влияния на рост тарифа. К тому же данная технология не требует значительного расхода электроэнергии со стороны потребителя и обойдется в несколько раз дешевле использования кондиционеров.

*«Наше предложение Правительству Москвы состоит в том, чтобы сразу при создании градостроительной политики предусматривать использование этих экономичных технологий на новых территориях», —* отметил заместитель генерального директора по стратегическому развитию и инвестициям ОАО «МОЭК» Владислав Кузьминов. МОЭК рассматривает пилотные проекты тригенерации на территории Сколково и «Москва-Сити».

*«В Сколково планируется строительство инновационного центра обработки данных МОЭК, где, возможно, будет использована эта технология. Другой показательный пример — ТЭЦ “Международная”, где установлены большие электрические чиллеры, она также могла бы использовать свое тепло в летний период для производства холода. Сейчас мы прорабатываем возможность такого перехода», —* заявил замгенерального директора г-н Кузьминов.

Фото компании-производителя или www.worldwater.com.



«Бош Термотехника»

## Котел Buderus Logano plus SB745

Компания Bosch сообщила о расширении линейки газовых конденсационных котлов и представила новую модель Logano plus SB745. Котел легко устанавливается, а также имеет ряд других преимуществ. Например, котел требует на 30 % меньше места, чем его предшественник SB735, и на 20 % легче. Это, по словам компании, делает его пригодным для использования в многоквартирных домах и для промышленного применения. Уровень производительности SB745 отвечает всем стандартам предыдущих моделей производителя. Новый котел доступен мощностью 800, 1000 и 1200 кВт.



Котел также полностью совместим с модульной системой управления Buderus, которая позволяет осуществлять простое подключение к существующим интерфейсам системы управления зданием. Еще одним преимуществом конструкции котла является отсутствие минимальных требований к скорости потока, рабочей температуре или мощности горелки. Это позволяет монтажникам подключить котел к потоку отопительного контура без необходимости в дополнительных устройствах, таких как первичный насос. Устройство оснащено глушителем дымовых газов и тепловой изоляцией корпуса. Реверсивные двери на шарнирах позволяют легко добраться до всех основных компонентов котла.

Джефф Хоббс, директор по развитию бизнеса Bosch Thermotechnology, сказал: *«Компактный дизайн котла SB745 гарантирует простоту установки и сделан в соответствии с передовыми технологиями, таким образом котел может поддерживать высокий уровень производительности, независимо от спроса».*



Seagull

## Коллектор с регулировочными вентилями

Компания Seagull сообщила о новых коллекторах с регулировочными вентилями. Коллекторы предназначены для распределения транспортируемого потока среды по различным приборам, ветвям трубопровода и в системах питьевого, холодного и горячего водоснабжения, отопления и на трубопроводах неагрессивных к материалам изделия жидкостей. К коллекторам можно присоединять стальные, полимерные, металлопластиковые и медные трубопроводы.

Коллекторы Seagull с регулировочными вентилями позволяют регулировать поток транспортируемой среды и рекомендованы для установки в обратные трубопроводы. Коллекторы со встроенными вентилями имеют основной диаметр 20 мм (G¾”) и поставляются с двумя, тремя или четырьмя выходами диаметром 15 мм (G½”).

Применение распределительных коллекторов Seagull позволяет выравнивать давление и распределять поток в системе, осуществлять централизованное управление и регулирование расхода, удаление воздуха и слив транспортируемой среды.

## Новые вентиляторы от Airflow

Компания Airflow анонсировала новый экологический вентилятор Loovent. Новый вентилятор бесшумный, двухскоростной, обеспечивает непрерывную вентиляцию помещения. Вентилятор подходит для открытого и скрытого монтажа и обладает компактным дизайном.

Работая от 2,8 Вт, рабочая мощность вентилятора равна 0,21 Вт/л в секунду на низкой скорости (0,41 Вт/л в секунду на высокой скорости). Двигатель постоянного тока обеспечивает долгий срок службы при минимальном обслуживании, что делает его идеальным для жилых помещений, где окупаемость является приоритетной задачей. Функции управления настраивают по выбору пользователя, в управление можно включить задержку старта, таймер и датчик движения.

Wilo AG

## Циркуляционный насос Wilo с сухим ротором

Компания Wilo проинформировала о новом циркуляционном насосе с сухим ротором с фланцевым соединением. Насос предназначен для перекачивания холодной и горячей воды без абразивных включений в системах отопления, охлаждения и водоснабжения.



У циркуляционного насоса продолжительный срок службы мотора за счет отвода конденсата через отверстия в корпусе мотора. Насос защищен от образования коррозии благодаря покрытию KTL. Простой монтаж обеспечивается благодаря ножкам с резьбовыми отверстиями в корпусе насоса. Насос Wilo с сухим ротором оборудован скользящим торцевым уплотнением, а также фланцевым соединением с патрубком для измерения давления R 1/2". Допустимый диапазон температуры перекачиваемой жидкости насоса -20...+140 °С. Максимальное рабочее давление составляет 16 бар (специальное исполнение P4 + специальное торцевое уплотнение — 25 бар).



Xylem

## Циркуляционный насос Lowara Ecosirc



Компания Xylem запустила в продажу новый циркуляционный насос высокой эффективности, Lowara Ecosirc, специально разработанный для систем отопления. Новый насос может сократить расходы на электроэнергию до 90 % по сравнению с традиционным трехскоростным насосом.

Благодаря электронному управлению сферическим двигателем, который имеет только один движущийся компонент — рабочее колесо/ротор агрегата — насос может макси-

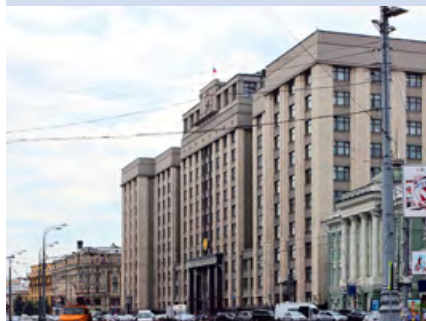
мально работать после любого периода бездействия. Для сравнения, другие насосы могут выполнять работу неэффективно и вал может заклинить, если не используется на регулярной основе.

Насос может работать максимум до 10 бар, может передавать жидкости температурой -10...+110 °С и поставляется с двух метровым кабелем для быстрой установки.



Реформа ЖКХ

## Информационная госсистема ЖКХ



В Госдуму был внесен законопроект о создании государственной информационной системы жилищно-коммунального хозяйства (ГИС ЖКХ), которая призвана оптимизировать работу властей в данной сфере. Авторами законопроекта выступила группа депутатов во главе с первым зампредом комитета по жилищной политике и ЖКХ Еленой Николаевой («Единая Россия»).

В пояснительных материалах депутаты указывают на то, что Минрегион РФ для решения входящих в его компетенцию вопросов «...пользуется информацией, содержащейся в разрозненных и разнотипных информационных ресурсах». При этом для указанных ресурсов «...отсутствуют единые правила формирования сведений и единая инфраструктура сбора данных в электронном виде».

Также авторы подчеркивают, что уже созданные информационные системы в сфере ЖКХ «...представляют собой комплекс автоматизированных рабочих мест, а не единую информационную среду». Согласно тексту внесенного законопроекта, ГИС ЖКХ — это «...Федеральная государственная информационная система, представляющая собой совокупность баз данных, содержащих информацию о состоянии и прогнозе развития жилищно-коммунального хозяйства». В ней можно будет собирать, хранить, обрабатывать и использовать данные. Система будет содержать в себе сведения о поставщиках ресурсов, необходимых для предоставления коммунальных услуг, о юристах и предпринимателях, занимающихся содержанием и ремонтом общего имущества в многоквартирных домах, об органах власти и местного самоуправления в субъектах РФ.



## Теплообменник AsyMatrix B26

AsyMatrix B26 — новый паяный пластинчатый теплообменник (ВРНЕ), который предназначен для тепловых насосов. Это асимметричный конденсатор для наземных кондиционеров и тепловых насосов «воздух-вода» с широким диапазоном мощностей от 5–40 кВт. Асимметричная геометрия пластин позволяет аппарату обеспечивать превосходную производительность с очень низким падением давления воды для оптимальной эффективности системы. По словам производителя, B26 на 30% меньше, чем схожие теплообменники в том же диапазоне мощностей и предлагает сокращение хладагента в объеме до 50%. Специальные пластины AsyMatrix улучшают теплообмен при снижении давления воды и хладагента. Продукт предназначен для давления до 45 бар, поэтому он может быть использован в системах кондиционирования с высоким давлением хладагента.



## Наружная канализационная труба ПВХ

Компания «Элсо» анонсировала новые полимерные трубы ПВХ, которые предназначены для систем хозяйственно-фекальной канализации зданий, внутренних водостоков и внутриквартальной канализации создания санитарно-технических бытовых, ливневых, дренажных систем. Канализационные трубы ПВХ производятся из НПВХ оранжевого цвета диаметром от 110 по 500 мм классом жесткости SN4. Полимерные трубы производятся по самой современной технологии трехслойной коэкструзии ПВХ со стенкой имеющей внутренний вспененный слой. Свойства этих полимерных труб таковы, что при сохранении всех необходимых прочностных и эксплуатационных характеристик, они очень легки и удобны при монтаже.

Фото компании-производителя или [www.worldpaper.com](http://www.worldpaper.com).

## Сантехника

### Объем импорта полимерной сантехники в России

Согласно исследованию Intesco Research Group, в 2010 и 2011 годы объем импорта полимерной сантехники в России в натуральном выражении увеличился на 31,8% и 20,4%, соответственно. За первые семь месяцев 2012 года импортировано 37,59 тыс. тонн данной продукции. По прогнозу аналитиков компании, объем поставок импортной продукции данного сегмента в связи с членством России в ВТО будет расти, но более медленными темпами по сравнению с приростом отечественного производства.



На российский рынок санитарно-технические изделия из полимеров поставляют производители многих стран мира. В январе-июле 2012 года на пять стран: Китай, Германию, Польшу, Турцию и Чехию — в совокупности приходилось более 94% общего объема российского импорта полимерной сантехники в натуральном выражении. Наибольшие объемы данной продукции поступают из Китая.

В структуре российского импорта за семь месяцев 2012 года в стоимостном выражении наибольшую долю занимала китайская продукция. Доля Польши составила 3,1%, а совокупная доля Италии, Чехии и Египта была равна 4,6%.



# BELIMO®

## Запорно-регулирующая арматура с электроприводами для систем ОВиК

**2-х и 3-х ходовые запорные и регулирующие шаровые краны с электроприводами DN 10...80**



**Регулирующие клапаны, независимые от давления**

**Седельные клапаны с электроприводами DN 15...250 PN16/PN25/PN40**



**Дисковые поворотные затворы с электроприводами DN25...350**

**Электроприводы воздушных клапанов для всех случаев использования**



**Гарантия 5 лет!**  
**Швейцарское качество!**

Эксклюзивный представитель в России:  
Сервоприводы БЕЛИМО Россия

Москва: +7(495) 6621388  
С-Петербург: +7(812) 3872664  
[www.belimo.ru](http://www.belimo.ru)  
[info@belimo.ru](mailto:info@belimo.ru)

## Новый тепловычислитель МАНС-12

«Московский завод тепловой автоматики» выпустил новый квартирный тепловычислитель МАНС-12. Вычислитель предназначен для работы в составе комбинированного теплосчетчика по ГОСТ Р ЕН 1434-1 и применяется для поквартирного учета потребления энергоресурсов (количества потребляемой тепловой энергии, горячей и холодной воды) на объектах ЖКХ. Вычислитель применяется при горизонтальной разводке коммуникаций и обслуживает одну квартиру. Квартирный тепловычислитель МАНС-12 был специально разработан для реализации программ повышения энергоэффективности в сфере ЖКХ. МАНС-12 получает сигналы от расходомеров, а затем вычисляет значения расхода горячей и холодной воды, количества теплоносителя. Информация о расходе выводится на встроенный ЖК-экран. Тепловычислитель подходит для работы в составе автоматизированной системы управления, он передает информацию о расходе энергоресурсов и параметрах систем водоснабжения и отопления в логический контроллер.

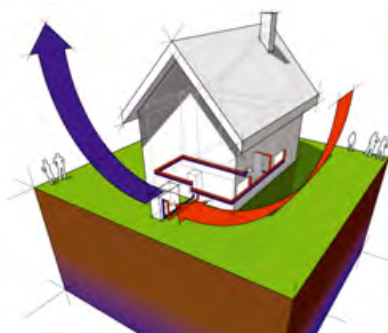
## Viessmann приобрела 51 % компании MSR-Solutions

Группа компаний Viessmann приобрела 51 % компании MSR-Solutions, являющейся поставщиком аппаратных и программных решений для автоматизации зданий. MSR-Solutions была основана в южной Германии. У компании 50 сотрудников, участвующих в разработке и маркетинге электронных продуктов, которые используются для измерения, контроля и регулирования зданий. Технологии MSR-Solutions включают в себя беспроводную домашнюю систему автоматизации, которая позволяет избежать прокладки кабеля. Это приобретение компании Viessmann является ответом на происходящие изменения, которые вызваны распространением возобновляемых источников энергии и энергоэффективных систем, а также использованием смартфонов и планшетных компьютеров в качестве средств контроля.

## Ochsner

### Промышленные тепловые насосы Ochsner

После успешно проведенных испытаний компания Ochsner приступила к серийному производству высокотемпературных тепловых насосов. Исследования проводились в собственном испытательном центре компании. Техническая задача состояла в том, чтобы сконструировать тепловые насосы, которые обеспечили бы температуру подачи теплоносителя в систему отопления до 100 °С, и которые можно было бы интегрировать в существующие системы отопления/вентиляции.



У обычного теплового насоса температура рабочего цикла находится в пределах следующего диапазона: (пример: хладагент R134a). Испарение хладагента при поглощения тепла грунта составляет +4 °С, а при поглощении тепла грунтовых вод уже +10 °С. При сжатию газа компрессором температура достигает +95 °С. Для достижения повышения температуры, который требуется для работы высокотемпературного теплового насоса, например, с +10 °С (источник тепла/грунтовые воды) до +95 °С (обогрев/горячее водоснабжение) компания Ochsner разработала двухфазный круговой процесс. Компания Ochsner выбрала для первой фазы хладагент R134a, а для второй — ÖK01 (оба хладагента негорючие, нетоксичные, с низким давлением). Самым сложным техническим требованием оказалось условие получения высокой температуры горячего газа во время второй фазы (до +160 °С). Для этого пришлось разработать специальную конструкцию винтового компрессора.



## Пеллетный котел Grandeg серии GD-ECO

Компания Grandeg анонсировала новый пеллетный котел серии GD-Eco мощностью 25–500 кВт. Котел предназначен для отопления квартир, домов, промышленных и промышленных зданий. Котел работает на гранульном топливе — пеллетах. Рекомендуемым топливом для котлов GD-Eco являются гранулы из биомассы, соответствующие стандартам. Дымоотводная труба у котла серии GD-Eco сделана вертикально, поэтому дымоход можно установить в любую сторону и подключить к дымоходу. Бункер оборудован датчиком уровня топлива, благодаря которому в случае если топливо закончилось, котел автоматически отключается. Котел оснащен современной системой подачи гранул ECO, обеспечивающей полную пожаробезопасность бункера с пеллетами. Котел Grandeg GD-Eco отличается компактностью, низкими эксплуатационными расходами и длительным сроком службы.

## Новые термоэлектрические микрогенераторы

Компания Panasonic сообщила о новом разработанном в собственных лабораториях прототипе термоэлектрического устройства, которое способно получать до 2,5 Вт энергии. Прибор не превышает в длину 10 см, а диаметр его меньше обычной водопроводной трубы. Термоэлектрическая трубка непосредственно контактирует стенками не с водопроводной трубой, а с самой водой, исключая посредников и их тепловое сопротивление. С одной стороны в трубку входит горячая вода (до 90 °С), параллельно которой идет холодная (не ниже 10 °С).

Daikin

## Серия настенных кондиционеров Daikin



Компания Daikin расширяет свою серию настенных кондиционеров FTXS-K с оптимизированным дизайном и повышенным комфортом для использования в жилых зданиях. Блоки кондиционеров новых типоразмеров 35, 42 и 50 присоединяются к своим собратьям, выпущенным в 2012 году, а это означает, что модельный ряд обеспечивает теперь высокий уровень комфорта и энергоэффективности для полного дома — начиная от наименьшей спальни, и заканчивая наиболее объемной жилой площадью.

Новые блоки кондиционеров серии FTXS-K в охлаждающем мощностном диапазоне от 3,5 до 5,3 кВт оптимизированы для жилых площадей. Формат раздачи воздуха системы использует эффект флотации (Coanda) для распределения воздуха вдоль потолка, существенно снижая, таким образом, прямое попадание агрессивных воздушных потоков на человека и обеспечивая отменные комфортные условия в каждой области помещения. Кроме того, датчик движения Intelligent eye определяет присутствие людей в комнате и направляет поток воздуха в сторону от них.

Кроме того, датчик движения Intelligent eye определяет присутствие людей в комнате и направляет поток воздуха в сторону от них.

## Реформа ЖКХ

### Рост цен на услуги ЖКХ в России

Рост тарифов ЖКХ превратился в главную проблему для россиян. В 2013 году тарифы могут подняться на 15%. Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ) опубликовал результаты исследования настроений граждан. Платить за «коммуналку» становится все тяжелее, признались опрошенные. Люди уже стали понимать, что сдерживать рост тарифов может помочь только энергосбережение, для этого они вполне готовы предпринять необходимые шаги: утеплять жилища, устанавливать приборы учета и энергосберегающую технику.

13% опрошенных признались, что не замечают роста тарифов, потому что у них нет проблем с деньгами, 8% опрошенных сообщили, что пребывают в панике, так как платить им нечем, и они находятся под угрозой выселения. Таким образом, сформировались два полюса — богатейшие и беднейшие. Между ними — самая представительная группа, 72% опрошенных, которые говорят, что платить им все труднее, но пока есть деньги, свои обязательства перед коммунальными службами они выполняют. Хуже всего приходится пожилым россиянам и жителям мегаполисов.

## Канализационный насос MP600 General Hydraulic



Новый канализационный насос MP600 от компании General Hydraulic представляет собой автоматическую, компактную насосную установку, предназначенную для откачки сточных вод из жилых помещений, где они не могут отводиться в канализацию самотеком. Канализационный насос MP600 может быть использован: в туалетах, душах и умывальниках находящихся ниже уровня канализационной системы; в туалетах, душах и умывальниках при реконструкции и ремонте старых зданий, санитарные узлы которых установлены далеко от стояка и вода не может отводиться в канализацию самотеком.

Канализационный насос MP600 может перекачивать сточные воды из душевых кабинок, раковин, умывальников и биде, а также сточные воды из унитазов, содержащие туалетную бумагу и фекалии. Температура перекачиваемой жидкости: максимально 40 °С.

Фото компании-производителя или www.worldwater.com.



GSM-модуль



# КОТЕЛЬНОЯ В ВАШЕМ КАРМАНЕ

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

www.zota.ru



На правах рекламы.

## Подземная подстанция в Сколково

Первая в России подземная подстанция построена в инновационном центре «Сколково». На нижнем этаже подстанции, глубина которого составляет 12 м, установлено современнейшее долговечное силовое оборудование Siemens, на основе электрогазовых трансформаторов и использующее в качестве изоляции негорючий газ. Валерий Седунов, генеральный директор «Магистральных электрических сетей», рассказал, что новые технологии позволили сделать подстанцию более компактной и пожаробезопасной и она будет сдана в эксплуатацию в первом квартале 2013 года.



С учетом того, что все линии электропередач и подстанции в Сколково «ушли под землю», под застройку высвобождено около 200 га земли. Одновременно с первой, в Сколково ведется строительство еще одной подземной подстанции, расположенной менее чем в километре на западной границе инновационного центра. Над второй подземной подстанцией будет расположен офисный центр, климатизация в котором будет происходить за счет тепла трансформаторов подстанции. Стоимость двух подземных подстанций должна составить 3,6 млрд руб., а их суммарная мощность составит 125 МВА.



## Feniwa Industriearmaturen GmbH

### Шаровые краны Feniwa WGN-73

Компания Feniwa Industriearmaturen GmbH проинформировала о новых фланцевых шаровых кранах модели WGN-73 в литом исполнении, которые состоят из двух частей. Особенности конструкции данной модели являются полнопроходной порт, защита вала от выдавливания и прорыва, наличие антистатического устройства, аварийный впрыск герметика, наличие дренажного клапана и сливного отверстия. Данные шаровые краны предлагаются в пожаробезопасном исполнении согласно стандарту API607/API6FA. Технические данные шаровых кранов таковы: размеры DN50–DN600, давление PN16–PN100. Корпус и шар WGN-73 выполнены из высококачественной стали.

## Euronord

### Универсальные горелки Euronord EcoLogic

Универсальные горелки от компании Euronord серии EcoLogic предназначены для высокоэффективного сжигания различных видов жидкого топлива (любые отработанные масла, растительные масла, животные жиры, дизельное топливо и т.п.). Горелки Euronord EcoLogic полностью адаптированы для рабо-



ты с мобильными и стационарными теплогенераторами и водогрейными котлами любых производителей. Универсальное посадочное место облегчает монтаж и обслуживание горелки. Горелки поставляются полностью настроенными и готовыми к работе. Основные особенности горелок Euronord EcoLogic заключаются в 100% заводском контроле качества и надежных европейских комплектующих. Все функциональные части горелки легкодоступны для обслуживания без полного демонтажа горелки. Электронный блок управления Siemens, трансформатор Fida. Мощность от 20 до 240 кВт.



## Новый модельный ряд канальных фанкойлов Lessar

В модельном ряду канальных фанкойлов Lessar произошли существенные изменения — значительно улучшились конструктивные и функциональные характеристики фанкойлов. Изменения коснулись двух- и четырехтрубных низконапорных (до 30 Па) фанкойлов, с маркировками LSF-DD22 и LSF-DE42, соответственно. Отметим, что указанный модельный ряд фанкойлов снят с производства, однако на центральном складе находится необходимый минимальный запас техники. Двухтрубные модели новых фанкойлов будут иметь следующую маркировку: LSF-200, -300, -400, -500, -600DG22 (E). Наличие индекса «E» здесь обозначает наличие опционального электронагревателя. Четырехтрубные модели будут маркированы: LSF-200, -300, -400, -500, -600, -800, -1000, -1200, -1400DG42.

## РЖД утвердило новую программу энергосбережения

ОАО «РЖД» утвердило новую корпоративную программу энергосбережения и повышения энергоэффективности, рассчитанную на период 2013–2015 года. Накануне разработки программы инженеринговая компания ЗАО «ИЦЭР» провела энергоаудит крупных объектов ОАО «РЖД». Объекты компании по объемам энергопотребления разделены в зависимости от уровня расходов топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на три класса. Более 40 тыс. наиболее крупных обследовал ЗАО «ИЦЭР», а порядка 12 тыс. других — специалисты самого ОАО «РЖД». Процесс контролировали Департамент технической политики и Управление планирования и нормирования материально-технических ресурсов ОАО «РЖД». Ими же было осуществлено согласование программ повышения энергоэффективности центральных дирекций и структурных подразделений на полигонах железных дорог.



## Альтернативная энергетика

### Солнечная энергетика Германии

Согласно данным Федеральной промышленной ассоциации солнечной энергетики Германии (Bundesverband Solarwirtschaft, BSW-Solar), в 2012 году в стране было установлено примерно 1,3 млн солнечных батарей, мощности которых хватает для ежегодного снабжения электричеством восьми миллионов бытовых домохозяйств. Прирост по сравнению с прошлым годом составил 45%. В 2013 году исполнительный директор BSW-Solar видит новые тенденции: «Мы ожидаем, что более широкое распространение получат аккумуляторные батареи и современные системы управления энергией».

Получение электричества в Германии с помощью индивидуальных солнечных модулей (15–18 евроцентов за киловатт-час) по расчетам BSW-Solar в настоящий момент финансово выгоднее, чем покупка ее через энергосеть (около 25 евроцентов за киловатт-час). Это делает установку таких систем все более привлекательной с экономической точки зрения.

Гелиоэнергетика в Германии в настоящее время покрывает около 5% спроса на электроэнергию. К 2020 году BSW-Solar намерен увеличить долю солнца в электроснабжении как минимум вдвое (до 10%), а к 2030 году — уже вчетверо (до 20%).

Фото компании-производителя или www.worldpaper.com.

## Intesis Software

### Мобильное приложение для управления кондиционером

Компания Intesis Software, офис которой расположен в городе Игуалада (провинция Барселона), представила на рынке новое приложение для смартфонов, при помощи которого можно на расстоянии контролировать домашнее отопление или кондиционеры используя сеть Интернет. Как объяснил управляющий Intesis Software Пере Лумбрерас, данное приспособление позволяет «...контролировать температуру до того, как придешь домой». Он говорит, что это может быть очень удобным для тех, кто владеет дачами на пляже или в горах.



Новая программа управления от Intesis называется IntesisHome. Сейчас она используется в 5000 квартир по всей Европе. Представленный на рынке аппарат адаптирован для техники марки Panasonic, пишет Noticia. Впрочем, Лумбрерас рассказывает, что в течение текущего года его можно будет приобрести и для приборов Mitsubishi Electric, Daikin, Fujitsu, Toshiba и Mitsubishi Heavy; также, производитель планирует представить и версию для котлов отопления. Одной из задач компании Intesis Software является расширение сферы действия приложения на другие системы — в частности, освещение или жалюзи.



### Технология преобразования энергии морских волн

Компания «Маринек», разрабатывает новую технологию преобразования энергии морских волн в электроэнергию с помощью поплавковых волновых электростанций (ПВЭС). Модуль ПВЭС представляет собой продолговатую осесимметричную капсулу-поплавок, внутри которой размещаются колебательное устройство с приводом, электрогенератор и вспомогательный накопитель энергии. Преимущество технологии «Маринек» состоит в использовании колебательного механизма и устройств, обеспечивающих наиболее эффективный отбор энергии у волн. Разработчик может создавать как одномодульные устройства мощностью до 50 кВт, так и многомодульные установки в виде сетей с суммарной электрической мощностью в десятки мегаватт. Экспериментальные исследования моделей модуля ПВЭС доказали эффективность и работоспособность устройства.



коллекторы  
насосные группы  
гидравлические стрелки  
солнечные системы  
разделительные модули

**LOVATO®**

СИСТЕМЫ БЫСТРОГО МОНТАЖА  
ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ

[www.lovato-rus.ru](http://www.lovato-rus.ru), т. (495) 363-38-54

Модуль ГВС

с регулятором и датчиком потока, производ-ть от 40 л/мин

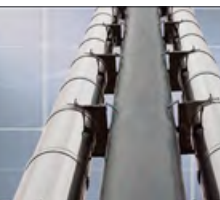


На правах рекламы.

Производство и продажа нержавеющей дымоходов

**Rosinox**  
[www.rosinox-flue.ru](http://www.rosinox-flue.ru)

(495) 363 38 54, 912 00 51  
(49624) 5 56 58  
[info@rosinox-flue.ru](mailto:info@rosinox-flue.ru)



На правах рекламы.

# Исследование рынка дымоходов из нержавеющей стали

Этот отчет был подготовлен агентством B2B Research\* исключительно в информационных целях. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению B2B Research, являются надежными и достоверными. Период исследования охватывает 2011 год.

**Авторы:** А.В. ЛЮБАРСКАЯ, руководитель проекта; Д.В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ, генеральный директор B2B Research

\* B2B Research не гарантирует точности и полноты своей информации для любых целей. Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. B2B Research не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также за последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем отчете, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями. Дополнительная информация предоставляется по запросу.

**Источники информации в данном обзоре:** ФТС, Росстат, «Экспертные оценки», B2B Research.



## Характеристики проекта

Основные характеристики проекта таковы: в настоящем исследовании объектом изучения является российский рынок дымоходов из нержавеющей стали. Цель исследования: проведение обзорного маркетингового исследования рынка оборудования для дорожных и земельных работ. Задачи исследования: определить основные характеристики и тенденции развития рынка и смежных с ним рынков; выделить основные факторы, влияющие на развитие рынка; провести анализ объема и структуры импорта; выявить объем и структуру отечественного производства; определить объем и структуру экспорта; проанализировать ценовую и потребительскую сегментацию; определить основные схемы дистрибуции; провести конкурентный анализ рынка; создать и описать профили основных игроков рынка; построить среднесрочный прогноз развития рынка.

Период исследования — 2011 год. Ассортиментная сегментация — до 1500 мм и более 1500 мм. География исследования — Российская Федерация.

**Кабинетное исследование (1-й этап):** сбор и анализ данных государственной статистики ФТС РФ, ФСГС РФ; сбор и анализ данных местных статистических органов; мониторинг СМИ (федеральных, региональных и специализированных печатных изданий); данные рейтинговых агентств; специализированные базы данных; поисковые работы в открытых и закрытых источниках информации, включая профессиональные издания, web-сайты конкурирующих производителей, электронные СМИ и др. источники; поисковые работы по запросам в инфраструктурных организациях исследуемого рынка (маркетинговые агентства, обслуживающие рынки, экспертные компании, отдельные эксперты, аналитические компании и др.).

**Качественное исследование (2-й этап):** экспертные интервью с участниками рынка (ведущими производителями, дистрибуторами, экспертными организациями и т.д.).

Необходимо отметить, что методология сбора данных в вышеприведенных органах государственной статистики в России, к сожалению, далека от совершенства. Основные

ограничения, например, базы данных Росстата таковы: неточность данных по некоторым российским производителям в базе Росстата; отсутствие контроля данных, получаемых от российских производителей, и, как следствие, предоставление искаженной, уже устаревшей информации; отсутствие коэффициентов приведения при переходе от классификатора ОКОНХ к новому классификатору ОКВЭД.

Основные недостатки информации базы данных ФТС таковы: недостаточно подробный и детализированный классификатор; неточность данных по количеству и стоимости ввозимой/вывозимой продукции; возможность оформления продукции при прохождении таможи по другим (не соответствующим действительности) кодам; трудности с получением официальной информации с детализацией по участникам рынка и их объемам ввоза-вывоза; возможность оформления продукции при прохождении таможи по другим (не соответствующим действительности) кодам (так называемый «серый импорт»).

## В основном, задача исследования состояла в определении основных характеристик и тенденций развития рынка и смежных с ним рынков

Несмотря на то, что при анализе статистической базы Федеральной таможенной службы Российской Федерации проводилась ручная выборка по описаниям товара и по производителям, полученные данные нельзя считать абсолютно достоверными (уровень приближения остается достаточно высоким, так как не исключены ситуации, когда в одной декларации регистрируется несколько совершенно разных видов ассортимента, разных производителей, кроме того, иногда вид продукции и/или производитель в таможенной декларации не указан).

В связи с вышеприведенными ограничениями в рамках исследования рынка дымоходов из нержавеющей стали данные Росстата и ФТС дополняются экспертными оценками, полученными в ходе проведения работ.



## I. Общая характеристика российского рынка дымоходов из нержавеющей стали

### 1.1. Современное состояние рынка дымоходов из нержавеющей стали

По расчетам специалистов и оценкам экспертов, в 2011 году российский рынок дымоходов из нержавеющей стали развивался и вырос по сравнению с 2010 года на 8%. Данное изменение связано с развитием новых технологий, применяемых в данной сфере, ростом благосостояния народа и увеличением количества дачных домов и коттеджей. На развитие рынка также повлияло улучшение качества производимой продукции, хорошая осведомленность о продуктах, а также предлагаемое производителями соотношение «цена/качество».

В 2011 году в основном в период с сентября по декабрь (в связи с наступлением холодов) произошел резкий рост спроса на дымоходы из нержавеющей стали, что обусловило высокие темпы развития данной отрасли.

Сегодня на рынке представлено большое количество товаров разного качества, изготовленного из разных материалов, различных по размерам и диаметрам, что позволяет говорить о существовании на рынке избытка товаров данной отрасли. На рынке существует сильная конкуренция, особенно среди крупных производителей дымоходов из нержавеющей стали. Крупные компании вследствие предоставления большого объема выпускаемой продукции способны конкурировать между собой, в то время как небольшие компании не могут обеспечить данный объем.

По мнению экспертов, в отечественном секторе данного рынка присутствует огромная доля подделок. Среди них около 20% подделок являются качественными и подпадают под технические и эксплуатационные условия; Более 50% подделок, существующих на отечественном рынке, отличаются плохим качеством, а также несоответствием техническим характеристикам. Такие дымоходы очень просто подделать, они продаются не напрямую от производителя (посредством оптовой, розничной продажи или через официальных дистрибьюторов, а также официальные интернет-магазины), их можно встретить на различных рынках, таких как строительные и промышленные.

В 2011 году объем рынка дымоходов из нержавеющей стали составил порядка 1,7 млн единиц. Соотношение отечественного и импортного производства составляло приблизительно 70% и 30%. Экспорта за исследуемый период не наблюдалось.

В натуральном выражении объем импорта дымоходов из нержавеющей стали в 2011 году составлял порядка 510 тыс. единиц. Наибольший объем импорта в 2011 году приходился на дымоходы Vofill и ЕКА (около 30% и 18% в общем объеме импорта).

По мнению экспертов, в 2011 году на российском рынке дымоходов из нержавеющей стали среди общего объема импорта около 20% занимал «серый» импорт, который не представлен в таможене. Основной причиной выступает продукция «по пате», которая выпускается фирмами-производителями без указания бренда и каких-либо именных характеристик, и на эту продукцию ставится штамп/бренд «производителя». Кроме того, иностранные компании зачастую завозят сталь, из которой собираются дымоходы в нашей стране, так, что в таможене отображается лишь основной материал дымохода и комплектующие к нему, а не дымоход как конкретная единица продукции.

### **В 2011 году в основном в период с сентября по декабрь (из-за холодов) произошел резкий рост спроса на дымоходы из нержавеющей стали**

В натуральном выражении объем отечественного производства дымоходов из нержавеющей стали в 2011 году составлял 1,19 млн единиц. В общем объеме отечественного производства наибольшую долю имела такая компания как Baltvent (примерно 14,1% в общем объеме рынка).

Анализ ассортиментной сегментации дымоходов из нержавеющей стали в 2011 году показал, что наибольшую долю в общем объеме рынка занимал сегмент «дымоходы из нержавеющей стали диаметром до 1,5 м» (его доля составляли примерно 90,6%). Наименьшее количество единиц приходилось на сегмент «дымоходы из нержавеющей стали диаметром выше 1,5 м» (примерно 9,4% в общем объеме рынка или 159,8 тыс. единиц).

### 1.2. Факторы, оказывающие влияние на развитие рынка

В числе основных факторов, которые оказывают влияние на темпы роста рынка дымоходов из нержавеющей стали и определяют объем спроса и потребления, можно выделить следующий комплекс макро- и микроэкономических показателей: макроэкономическая ситуация в стране; темпы роста промышленного производства; инвестиционная привлекательность российской промышленности; объемы строительства новых и реконструкции старых промышленных предприятий; государственная поддержка программ по модернизации оборудования на предприятиях; таможенное регулирование импорта дымоходов из нержавеющей стали; цены на материалы; государственная поддержка отечественного производства дымоходов из нержавеющей стали; развитие основных промышленных рынков,

от которых зависит рост потребления дымоходов из нержавеющей стали.

К другим факторам, влияющим на развитие рынка дымоходов из нержавеющей стали можно отнести: кризис в экономике или его ожидание; объем инвестиций в данную отрасль производства; конкуренция среди основных игроков на рынке дымоходов из нержавеющей стали; политически нестабильная ситуация в стране (неопределенность будущего, невозможность наверняка просчитать дальнейшее развитие страны ведет к стагнации на рынке, нежелании игроков запускать новые проекты); спрос на конкретную единицу продукции; рост благосостояния народа; вхождение России в ВТО и разнообразные последствия этого.

### 1.3. Объем инвестиций

По оценкам экспертов, на российском рынке дымоходов из нержавеющей стали прямых инвестиций в исследуемый период не было. Увеличение спроса на данную продукцию стимулировалось за счет крупных инвестиционных проектов в отрасль «стали». Существующие инвестиции на рынке дымоходов из нержавеющей стали носят, в основном, частный характер и формируются «на месте» непосредственно компаниями-производителями. Большинство инвестиций в отрасли формируются через инвестиции в основные рынки сбыта: рынок стали, газовая отрасль и промышленность.

ООО «ВИЗ-Сталь», ведущий производитель холоднокатаной электротехнической стали и крупнейший производитель трансформаторной стали в России, увеличил в 2011 году количество инвестиций в производство в 2,3 раза, что составило 1,5 млрд руб.

Основное за 2011 год: завершены два крупных инвестиционных проекта (пуск второй очереди комплекса лазерной обработки готовой продукции позволил увеличить производство трансформаторной стали с более низким уровнем удельных магнитных потерь с 30 тыс. до 75 тыс. тонн в год); введены в промышленную эксплуатацию вальцешлифовального станка Herkules (Германия) обеспечит высокую точность обработки валков для строящегося реверсивного стана холодной прокатки; продолжены проекты по строительству реверсивного стана холодной прокатки возведению установки риформинга природного газа, реконструкции печей для термообработки металла, комплексной реконструкции агрегата выпрямляющего отжига и др.

Стоит отметить, что итогом реализации программы техперевооружения станет рост конкурентоспособности выпускаемой продукции за счет улучшения ее качества и сокращения производственных издержек, а также освоение технологии выпуска нового вида продукции — высокопроницаемой стали.

Ранее было сообщено, что объем инвестиций в уральские предприятия ОАО «НЛМК» в 2012 году составит 3,5 млрд руб., что в 2,5 раза превышает показатели 2011 году. В «НЛМК Урал» входят ООО «ВИЗ-Сталь», ОАО «Нижнесергинский метизно-металлургический завод», ОАО «Верх-Исетский металлургический завод», а также проектный институт УралНИАС и предприятия группы «Вторчермет-НЛМК». Согласно стратегии развития на 2012 год компания «Северсталь» будет инвестировать \$1,7 млрд. Основные направления, в которые будут вложены средства: модернизация и улучшение показателей на существующем производстве; внедрение стандартов в соответствии с промышленной безопасностью; новые проекты, как в России, так и за рубежом. В дивизион «Северсталь» – «Российская сталь» будет вложено \$905 млн.

**Существующие сейчас инвестиции на рынке дымоходов из нержавеющей стали носят, в основном, частный характер и формируются компаниями-производителями**

Продолжится строительство сортового завода в Балаково Саратовской области (на котором будет выпускаться сталь, профнастил, оцинкованный металлопрокат и многое другое), будет реконструирована косовая батарея №7 и турбогенератор №4, а также будет вестись работа над другими проектами дивизиона.

В горнодобывающий сектор планируются инвестиции порядка 659 млн руб. В рамках проекта будет произведена значительная работа по модернизации шахт, горнообогатительных предприятий и рудников США и России, будет закуплена новая горнопромышленная техника, введена в эксплуатацию ТЭС в Воркуте, продолжатся работы в Бразилии, Туве и Либерии.

Объем текущих инвестиций, запланированных в 2012 году, в целом, соответствует затратам прошлого года.

**II. Структурный анализ российского рынка дымоходов из нержавеющей стали**

**2.1. Объем и структура рынка дымоходов из нержавеющей стали**

В 2011 году в общем объеме рынка дымоходов из нержавеющей стали преобладала продукция отечественного производства (1,19 млн единиц). Доля импорта в исследуемый период составляла около 30%, доля экспорта — 0%. Соотношение отечественное производство/импорт — 70/30%. Объем рынка рассчитывался как  $P = ОП + Импорт - Экспорт$ , где  $P$  — объем рынка;  $ОП$  — отечественное про-

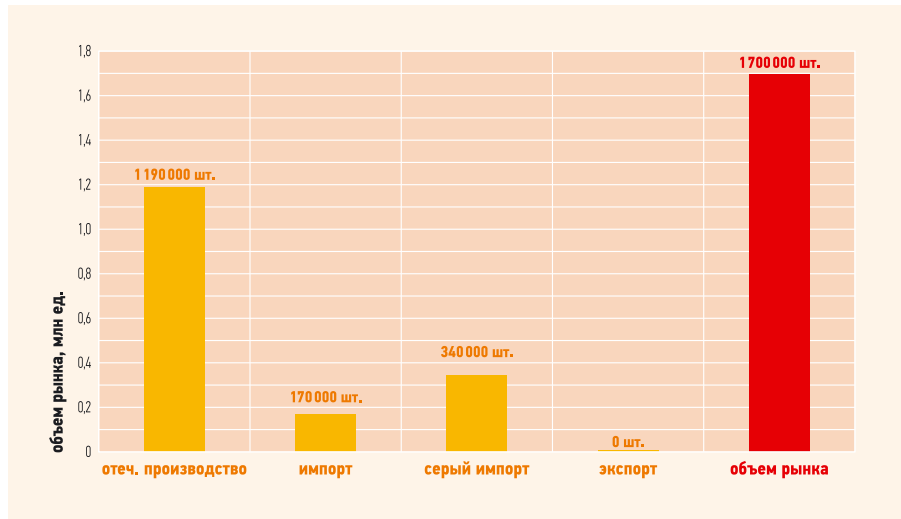


Рис. 1. Объем российского рынка дымоходов из нержавеющей стали

изводство; *Имп* — импорт; *Эксп* — экспорт. Объем рынка  $P$  с учетом поправочного коэффициента на серый импорт в 2011 году составил 1,7 млн единиц (рис. 1).

**2.2. Сегментация объема рынка в разрезе ассортиментной сегментации**

В общем объеме рынка, в разрезе ассортиментной сегментации, в 2011 году преобладал сегмент дымоходы диаметром до 1500 мм. По мнению экспертов, в 2011 году его доля составляла примерно 90,6%. Доля сегмента дымоходы из нержавеющей стали диаметром свыше 1,5 м в 2011 году — приблизительно 9,4% (рис. 2).

**2.3. Сегментация объема рынка дымоходов из нержавеющей стали в разрезе происхождения продукции (отечественная/импортная)**

По соотношению импортной и отечественной продукции на рынке в 2011 году импортное оборудование занимало меньшую долю (около 30%). Отечественное производство в натуральном выражении в 2011 году равнялось 1,19 млн единиц, а количество импортного оборудования составило — примерно 510 тыс. единиц (табл. 1).

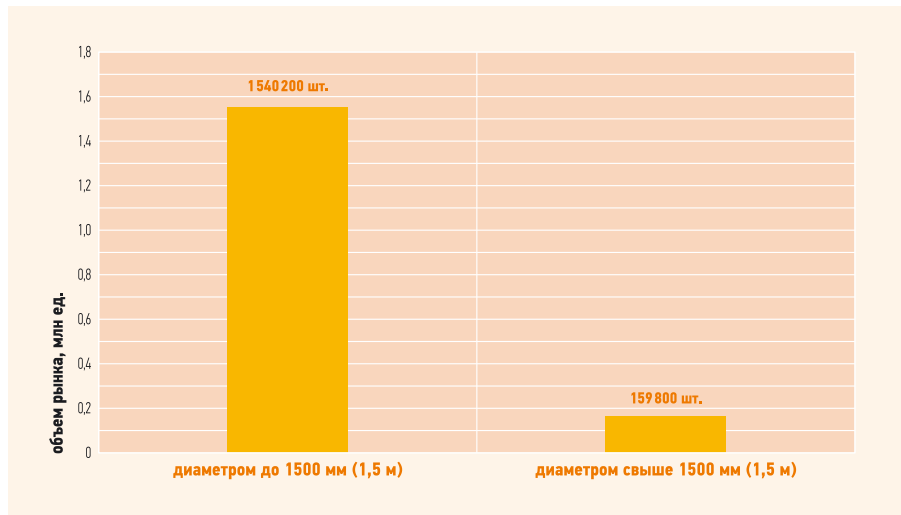


Рис. 2. Объем российского рынка дымоходов (ассортиментная сегментация)

**2.4. Сегментация объема рынка дымоходов из нержавеющей стали в разрезе производителей продукции**

На российском рынке дымоходов из нержавеющей стали в 2011 году крупнейшими игроками были Baltvent (9,9%) и Bofill (9,0%). Доля Rosinox и «Политех» составила 7,1%, в то время как доля ЕКА — 5,4% (табл. 2).

**2.5. Импорт дымоходов**

Объем импорта дымоходов из нержавеющей стали составил порядка 30% от общего объема, или 510 тыс. единиц (рис. 3).

**2.5.1. Сегментация импорта дымоходов из нержавеющей стали в разрезе ассортиментной сегментации.** В 2011 году в российском импорте преобладали дымоходы диаметром до 1500 мм (1,5 м), их доля составила 92% (табл. 3).

**2.5.2. Сегментация импорта дымоходов из нержавеющей стали в разрезе стран происхождения.** В общем объеме импорта в 2011 году около 24% приходилось на долю Южной Кореи. На втором месте находится Италия (примерно 18%), на третьем — Республика Корея (около 14,0%). Импорт Испании составил 9%, а импорт Германии и Венгрии — порядка 8% и 7% (табл. 4).

**2.5.3. Сегментация импорта дымоходов из нержавеющей стали в разрезе производителей.** В общем объеме импорта в 2011 году доля Vofill составила 24%. Вторым крупным импортером в 2011 году была компания ЕКА (примерно 18,0%). Импорт компании Jeremias был на уровне 14,0% (табл. 5).

**2.6. Экспорт оборудования для дорожных и земельных работ**  
Данный экспорт в 2011 году составил 0%.

### 2.7. Отечественное производство дымоходов из нержавеющей стали

Объем отечественного производства дымоходов из нержавеющей стали в 2011 году составил 70% всего объема рынка или 1,19 млн единиц оборудования (табл. 6).

**2.7.1. Сегментация отечественного производства дымоходов из нержавеющей стали в разрезе ассортиментной сегментации.**

#### Объем российского рынка дымоходов (по происхождению продукции)

табл. 1

Происхождение	Единиц	Процент
Отечественное производство	1 190 000	70%
Импорт (с учетом «серого» импорта)	510 000	30%
<b>Объем рынка</b>	<b>1 700 000</b>	<b>100%</b>

#### Объем российского рынка дымоходов из нержавеющей стали (по производителям)

табл. 2

Производители	Единиц	Процент
Baltvent	168 000	9,9%
Vofill	153 000	9,0%
Rosinox	120 000	7,1%
ЕКА	91 800	5,4%
«Элитс»	84 000	4,9%
«Вулкан»	84 000	4,9%
«Теплов и Сухов»	72 000	4,2%
Jeremias	66 300	3,9%
«Феррум»	60 000	3,5%
«Феникс»	60 000	3,5%
«Везувий»	60 000	3,5%
Navien	51 723	3,0%
«НИИ КМ»	48 000	2,8%
Raab	45 900	2,7%
«Транкол»	36 000	2,1%
«Стальмастер»	36 000	2,1%
«Теплодар»	36 000	2,1%
«Термофор»	36 000	2,1%
«Политех»	36 000	2,1%
Tubest	35 700	2,1%
Ala S.p.A.	15 300	0,9%
Прочие	304 277	18,2%
<b>Объем рынка</b>	<b>1 700 000</b>	<b>100%</b>

#### Объем импорта дымоходов из нержавеющей стали (по ассортименту)

табл. 3

Сегментация	Единиц	Процент
До 1500 мм (1,5 м)	469 200	92,0%
Свыше 1,5 м	40 800	8,0%
<b>Объем импорта (с учетом «серого» импорта)</b>	<b>510 000</b>	<b>100%</b>

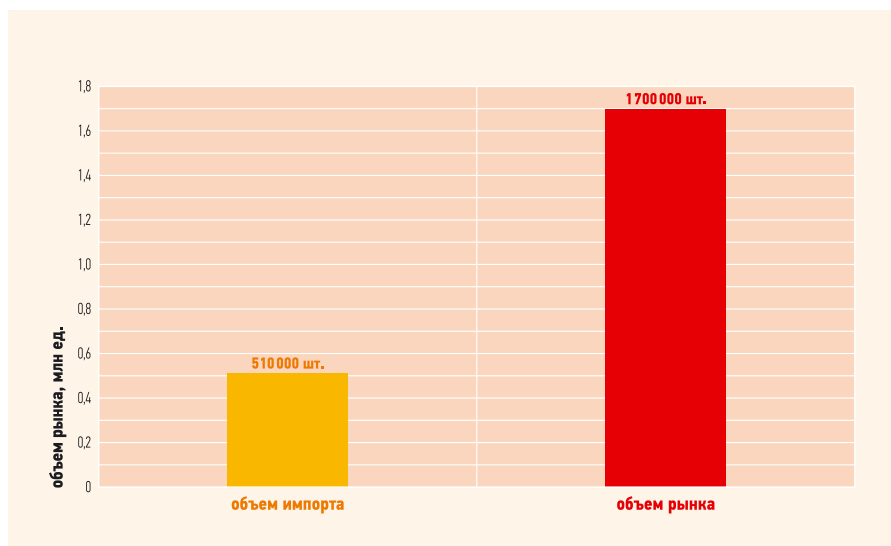


Рис. 3. Объем импорта дымоходов из нержавеющей стали

Среди сегментов рынка дымоходов из нержавеющей стали в отечественном производстве дымоходы диаметром до 1500 мм (1,5 м) занимают лидирующую позицию — 90% (табл. 7).

**2.7.2. Сегментация отечественного производства дымоходов из нержавеющей стали в разрезе производителей.** Крупнейшими отечественными производителями дымоходов из нержавеющей стали в 2011 году являлись компании Baltvent (14,1%), Rosinox (10,1%), «Вулкан» (7,1%) и «Элитс» (7,1%).

### 2.8. Структурная карта рынка региональных офисов или дилерских сетей в городах РФ

На отечественном рынке дымоходов из нержавеющей стали действуют три основные схемы дистрибуции: оптовые и розничные продажи, включая продажи через посредников (дилеров и региональных представителей, интернет-магазины), а также тендеры.

**Российские производители дымоходов из нержавеющей стали.** Российские производители дымоходов из нержавеющей стали осуществляют продажи оптовые, розничные, а также через дилеров, либо посредством участия в тендерах: порядка 50% — оптовые продажи (что характерно для отечественного производства); около 21% — розничные продажи; порядка 22% — продажи через посредников и перекупщиков; около 7% — участие в тендерах. **Зарубежные производители дымоходов из нержавеющей стали.** Ведущие импортные производители дымоходов из нержавеющей стали имеют на территории РФ свои представительства, состоящие из развитой сети собственных региональных офисов в крупнейших городах РФ или обширных дилерских сетей. Многие иностранные компании осуществляют продажи дымоходов из нержавеющей стали на территории РФ только через официальных дистрибьюторов и партнеров. Российское представительство производителя выступает как координирующий центр между зарубежным производителем и российскими партнерами.

Сложности в приобретении импортной продукции связаны, в первую очередь, с обеспечением сервиса, таможенными пошлинами и другими дополнительными затратами, временными и финансовыми.

•• Объем импорта дымоходов из нержавеющей стали (по странам происхождения) табл. 4

Сегментация	Единиц	Процент
Корея Южная	122 400	24,0%
Италия	91 800	18,0%
Корея Республика	71 400	14,0%
Испания	45 900	9,0%
Германия	40 800	8,0%
Венгрия	35 700	7,0%
Литва	25 500	5,0%
Франция	25 500	5,0%
Прочие	51 000	10,0%
<b>Объем импорта (с учетом «серого» импорта)</b>	<b>510 000</b>	<b>100,00%</b>

•• Объем импорта дымоходов из нержавеющей стали (по производителям) табл. 5

Сегментация	Единиц	Процент
Vofill	122 400	24,0%
ЕКА	91 800	18,0%
Jeremias	71 400	14,0%
Navien	45 900	9,0%
Raab	40 800	8,0%
Tubest	35 700	7,0%
Harvia	25 500	5,0%
Ala S.p.A.	25 500	5,0%
Прочие	51 000	10,0%
<b>Объем импорта (с учетом «серого» импорта)</b>	<b>510 000</b>	<b>100%</b>

•• Объем отечественного производства дымоходов из нержавеющей стали табл. 6

2011	Единиц	Процент
Отечественное производство	1 190 000	70%
<b>Объем рынка</b>	<b>1 700 000</b>	<b>100%</b>

•• Объем отечественного производства дымоходов (по ассортименту) табл. 7

Сегментация	Единиц	Процент
До 1500 мм (1,5 м)	1 071 000	90,0%
Свыше 1,5 м	119 000	10,0%
<b>Объем отечественного производства</b>	<b>1 190 000</b>	<b>100%</b>

## 2.9. Ценовая сегментация

Стоимость дымоходов из нержавеющей стали в первую очередь, зависит от класса стали, используемой при производстве данного дымохода. Немаловажными элементами также являются: продольный шов; соединительные элементы между собой; область применения; гарантия на продукцию; цена 1 п.м. за диаметр; цена 1 п.м. теплоизоляции трубы; страна-производитель.

Если рассматривать рынок дымоходов из нержавеющей стали, то для России характерны следующие ценовые сегменты: дешевые дымоходы (ферритный класс, несварной метод, метод гофры, отсутствие гарантии, недорогие цены за среднюю единицу продукции); оптимальные дымоходы (аустенитный класс, сварной метод, раструб, гарантия от пяти лет, средние цены за среднюю единицу продукции); дорогие дымоходы (аустенитный класс, сварной метод, раструб, гарантия от пяти лет, высокие цены за среднюю единицу продукции).

## 2.10. Потребительская сегментация

Основными критериями выбора дымохода из нержавеющей стали, на которые в первую очередь обращает внимание потребитель, являются: цена; компания-производитель; модель (материал, размеры, «цена/качество»). Для частного использования приобретается порядка 70% дымоходов. На промышленность приходится 15%, использование дымоходов в вентиляционных системах составляет 7%. Дымоходы из нержавеющей стали можно подразделить на классы: эконом, стандарт и премиум. Среди класса эконом выделяют одноконтурные и двухконтурные дымоходы. Среди класса стандарт выделяют дымоходы с круглым сечением, с овальным сечением и утепленные. Наибольший объем продаж приходится на Центральный регион (примерно 57% продаж), 10% продаж дымоходов из нержавеющей стали — на Северо-Запад, в то время как на Север — 9%. На Юг и Дальний Восток приходится порядка 7% потребления всего рынка дымоходов.

## III. Ключевые игроки рынка

### 3.1. BALTVENT

Общество с ограниченной ответственностью «Балтвент» специализируется на изготовлении дымоходов из нержавеющей кислотостойкой стали и расположено в городе Калининграде, Россия. Основу продукции составляют приставные утепленные дымоходы и одностенные вставки. Кроме труб производится широкий спектр креплений и монтажных элементов, а также нестандартные изделия и всевозможные переходники.

ООО «Балтвент» — это современное производство, соответствующее требованиям всех современных стандартов. При производстве дымоходов применяются новейшие технологии металлообработки, компьютерные программы подбора лекальных форм для плазменной резки стальных листов. Сварка стальных деталей производится на станках с автоматической плазменной сваркой в среде инертного газа (аргон или смесь аргона с водородом). При производстве труб применяется технологическая линия для продольной и поперечной резки рулонной и листовой стали, высокоточное гибочное оборудование, прессы с силой давления до 100 тонн, а также используются автоматические станки для расширения торцов. Все оборудование произведено ведущими компаниями Западной Европы (Германия, Швеция, Австрия). Изготавливаемые модульные утепленные и неутепленные дымоходы применяются в промышленности и в частном строительстве при оснащении систем выхлопа, газоотвода, при оснащении котельных, печей, каминов, бань. Завод находится в Калининграде, что в условиях особой экономической зоны и отсутствия таможенных пошлин, позволяет, в зависимости от объема заказа, предоставлять значительные скидки. Доля в общем объеме рынка — 9,9%. Ассортиментная сегментация — дымоходы до 1500 мм. География продаж — компания продает свою продукцию на территории РФ.

### 3.2. BOFILL

Компания Vofill основана в 1892 году в Испании и известна во всем мире высоким уровнем качества выпускаемой продукции. Дымоходы из нержавеющей стали Vofill по праву занимают лидирующее положение, благодаря наличию ряда преимуществ: высочайшее качество изготовления на современных автоматизированных линиях; 100%-й контроль качества; применение европейских нержавеющей сталей AISI 304 и AISI 316; современные лаборатории разработки и ищательные испытания. Все типы дымоходов прошли испытания по европейским методикам AENOR (Испанская ассоциация сертификации и стандартизации) на термическую, механическую прочность, виброиспытания, испытания тепловым ударом. Все типы дымоходов

Vofill имеют сертификат качества и обязательный пожарный сертификат России. Более 16 лет дымоходы Vofill успешно эксплуатируются в России, доказывая свою надежность и неоспоримое качество.

Доля в общем объеме рынка — 9,0%. Ассортиментная сегментация — дымоходы до 1500 мм. География продаж — компания продает свою продукцию во многих странах мира, а также в России и странах СНГ.

### 3.3. ROSINOX

Компания Rosinox основана в 2001 году. В городе Клин Московской области организовано производство нержавеющих дымоходов по немецкой технологии под собственной маркой Rosinox. Сегодня предприятие является ведущим отечественным производителем дымоходов из нержавеющей стали. Rosinox имеет широкую дилерскую сеть и, помимо производства дымоходов из нержавеющей стали, осуществляет субконтрактное производство по направлениям: лазерная резка и раскрой стали; металлообработка; рубка металла на гильотине (сталь углеродистая до 12 мм, нержавеющая до 6 мм). Благодаря слаженной работе инженеров, технологов, маркетологов и экономистов, компания Rosinox своевременно реагирует на требования эволюционирующего инженерно-отопительного рынка страны. Используя современные технологии производства, Rosinox создает продукт, удовлетворяющий самым высоким технологическим, экологическим и нормативным требованиям и мировым стандартам качества.

Доля в общем объеме рынка — 7,1%. Ассортиментная сегментация — дымоходы



до 1500 мм. География продаж — компания продает свою продукцию на территории РФ.

### 3.4. ЕКА

Компания основана в 1985 году. С 1998 года предприятием руководит Герберт Вернер. ЕКА Edelstahlkamine GmbH — самостоятельное предприятие с годовым оборотом около €21 млн (данные 2009 года). Величина оборота свидетельствует о том, что компания является одним из ведущих производителей модульных систем дымоходов из нержавеющей стали в Германии. Основой этого успеха явились несколько факторов. Компания постоянно

совершенствуется в области работы с клиентами: индивидуальный подход к каждому, возможности поставки на объект, изготовление специальных решений и прочее. Но основной причиной служит уникальное производство. Именно оно обеспечивает высочайшее качество продукции. Парк станков ежегодно пополняется самым новым, только что разработанным оборудованием. Автоматизированные линии и роботизированные станки производят изделия высочайшей точности, и чистоты исполнения. Качество постоянно контролируется сторонней организацией и собственной, созданной для этого, службой.

**Для России характерны ценовые сегменты: дешевые, оптимальные и дорогие дымоходы (аустенитный класс, сварной метод, раструб, а также многолетняя гарантия)**

Качество продукции является философией компании. Именно по этой причине, производство сосредоточено только в одном месте, и не создаются производства в других странах. Аналогичное качество невозможно без сотрудников высочайшей квалификации и производственного оборудования по последнему слову техники. В настоящий момент в компании работает около 125 человек, включая коммерческих представителей компании, практически во всех странах Европы.

Доля в общем объеме рынка — 5,4%. Ассортиментная сегментация — дымоходы до 1500 мм (1,5 м). География продаж — компания продает свою продукцию во многих странах Европы, а также в России.



### 3.5. «ЭЛИТС»

Общество с ограниченной ответственностью торгово-промышленная фирма «Элитс» образована в октябре 1990 года. Основной вид деятельности компании — производство дымоотводящих систем из нержавеющей стали для блочных котельных, каминов, котлов, бань и саун; а также технологической вентиляции, в том числе двухконтурные с теплоизоляцией типа «сэндвич».

На сегодняшний день благодаря техническому перевооружению и использованию современных материалов, фирма «Элитс» занимает в России лидирующее положение в производстве дымоотводящих систем из коррозионно-стойких сталей. Фирма использует плазменную сварку швов изделий, при которой достигается требуемая герметичность в системе дымоотвода; толщину нержавеющей стали 0,6 мм (эта толщина считается наиболее оптимальной при прогреве и реакции дымохода на вибрацию) марки AISI 316 (высоколегированная жаропрочная сталь, устойчивая к межкристаллической коррозии); соединение элементов производится по раструбной схеме с требуемыми параметрами герметичности (подтверждается лабораторными испытаниями ГУП СантехНИИПроект).

Ассортимент дымоотводящих труб, выпускаемых фирмой, позволяет охватить всю гамму тепловых аппаратов: от классической русской буржуйки до отопительного котла или камина последней модификации и является наиболее оптимальным по соотношению «цена/качество».

Продукция фирмы «Элитс» имеет сертификат соответствия и техническое свидетельство Госстроя РФ на основании заключения НИИ противопожарной обороны (ВНИИПО МЧС России) и рекомендовано к применению на территории Российской Федерации.

### Наибольший объем продаж приходится на Центральный регион (57%), 10% продаж дымоходов из нержавеющей стали — на Северо-Запад, а на Север — 9%. На Юг и Дальний Восток приходится 7% потребления рынка дымоходов

Фирма «Элитс» является членом Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП), Московской торгово-промышленной палаты (МТПП). «Элитс» — постоянный участник международных выставок в России и за рубежом. Продукция фирмы отмечена дипломами Лейпцигской строительной выставки *Baufach '1999*, а также берлинской строительной выставки-ярмарки *Beautech '2000* и выставки *Engineering Fair '2000* в Югославии. Экспортные возможности России в Турции, «Помстройиндустрия-Астана '2004»; «Российская национальная выставка '2005» в Белоруссии и много других. В числе постоянных заказчиков фирмы: «Санкрос», «Теплотерм», «Кельвин-Люкс», «Термоинжсервис», «Пермстройэкспо» и др.

Доля в общем объеме рынка — 4,9%. Ассортиментная сегментация — дымоходы до 1500 мм. География продаж — компания продает свою продукцию на территории РФ.

### 3.6. «ВУЛКАН»

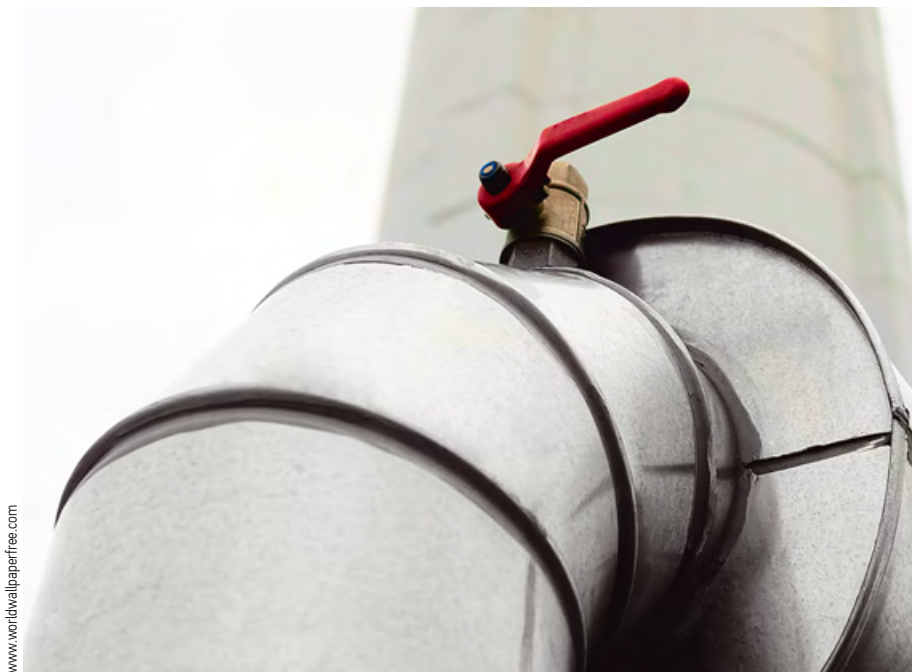
Завод «Вулкан» специализируется на производстве дымоходов уже более 17 лет. За это время было предпринято много действий для достижения максимального качества, надежности продукции современного производства «Вулкан». Для достижения этих целей были предприняты следующие шаги и действия: тщательное изучение европейских

рынков и производства, достижение соглашений с ведущими мировыми компаниями в этой области; постоянный мониторинг мирового и отечественного рынка, консультации и обмен опытом с европейскими производителями, которые продолжают по сей день; закупка и установка передового немецкого, швейцарского, австрийского, итальянского оборудования самого современного технологического оснащения; набор в штат высокопрофессиональных специалистов, инженеров и конструкторов, проведение для них постоянных тренингов, дополнительное обучение и стажировка на лучших мировых производствах; открытие независимой опытно-испытательной лаборатории при заводе «Вулкан»; использование только высококачественных материалов для производства дымоходов и их элементов, которые закупаются только у проверенных поставщиков и проходят дополнительную проверку, экспертизы, испытания и спектральный анализ.

Современное, передовое производство дымоходов, дымоходных систем и их элементов обеспечивается и другими, не менее важными факторами. Например, для изготовления линейных труб и фасонных изделий (тройники, отводы, кронштейны и т.д.) используются высоколегированные нержавеющие аустенитные стали, специально разработанные для применения в условиях агрессивной среды. Внутренний контур элементов дымохода изготавливается из стали марки AISI 321, обладающей повышенной жаростойкостью (до 850 °С), механической и химической прочностью. Внешний контур — из аустенитной полированной нержавеющей стали AISI 304. За счет повышенной доли никеля в ее формуле, сталь AISI 304 является глубоко аустенитной — то есть стабильной по структуре и не склонной к межкристаллитной коррозии. Помимо этого, сталь устойчива к воздействию окружающей среды, перепадам температуры, может использоваться в любых климатических условиях.

Качество и надежность продукции современного завода «Вулкан» подтверждается всеми необходимыми лицензиями и сертификатами. Все изготавливаемые элементы дымоходов имеют сертификат соответствия Госстандарта России и сертификат пожарной безопасности. В соответствии со СП 7-13130-2009 дымоходы «Вулкан» могут использоваться для подключения к каминам, устанавливаемым в жилых многоэтажных и общественных зданиях. Завод «Вулкан» предоставляет внушительную гарантию на все изготавливаемые дымоходы, производственные элементы и дымоходные системы бытового и промышленного назначения 50 лет.

Доля в общем объеме рынка — 4,9%. Ассортиментная сегментация — дымоходы до 1500 мм. География продаж — компания продает свою продукцию на территории РФ. ●



**NordLine**



не правах рекламы/товар сертифицирован/ООО "ТЕРМОСТАЙМ" 777-19-72

## ДЫМОХОД ДЛЯ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

 СДЕЛАНО В ИТАЛИИ

**-50°C**

- Предотвращает образование наледи
- Диапазон внешних температур от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$
- Срок службы 20 лет
- Гарантия 5 лет

[www.royal-thermo.ru](http://www.royal-thermo.ru)



Москва: отдел продаж по Москве и МО: (495) 777-19-69, отдел региональных продаж: (495) 777-19-78;  
Абакан (3902) 305-069, Астрахань (8512) 54-15-56, Барнаул (3852) 377-711, Балаково (8453)68-24-24,  
Бийск (3854)30-29-69, Волгоград (8442) 95-53-45, Воскресенск (496) 442-38-37, Дмитров (496) 225-48-33,  
Иркутск (3952)336-571, Калуга (4842) 565-535, Кемерово (3842) 452-105, Краснодар (861) 212-55-16,  
Красноярск (391) 205-25-50, Курган (3522) 225-550, Нефтекамск (34783) 3-59-19, Новокузнецк (3843) 79-48-39,  
Новосибирск (383) 363-35-30, Омск (3812) 46-77-77, Октябрьский (34767) 5-40-69, Оренбург (3532) 66-00-56,  
Ростов-на-Дону (863) 2-698-698, Санкт-Петербург (812) 350-14-14, Саратов (8452) 277-622, Сальск (86372) 5-43-20,  
Ставрополь (8652) 225-777, Sterлитамак (3473) 200-587, Тольятти (8482) 691-000, Томск (3822) 900-996,  
Тюмень (3452) 32-00-34, Уфа (347) 275-6000, Улан-Уда (3012) 44-15-35, Чита (3022) 328743, Энгельс (8453)725-547.

# Обзор мобильных приложений для iOS

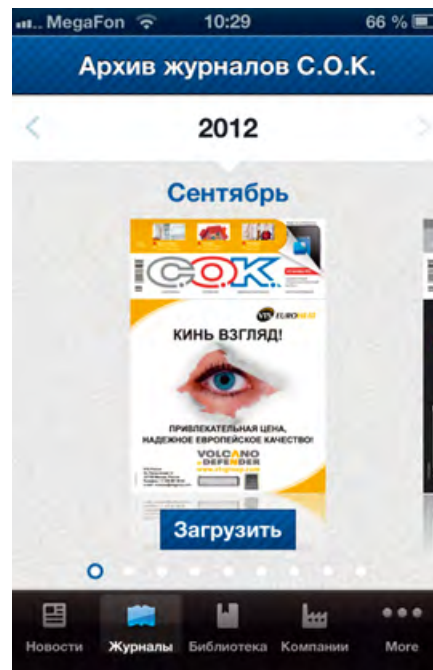
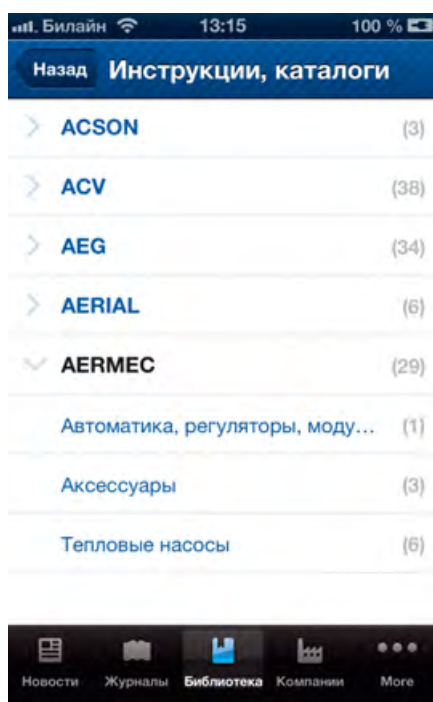
За последние несколько лет крупные производители насосного и котельного оборудования начали анонсировать собственные мобильные приложения для смартфонов и планшетных компьютеров, постоянно их поддерживая и совершенствуя. В этом обзоре мы рассмотрели наиболее популярные из них, а также наше собственное приложение — «СОК Мобайл».



## «СОК Мобайл»

Приложение «СОК Мобайл» включает в себя все необходимые инструменты для удобной работы с информационным порталом журнала С.О.К. («Сантехника. Отопление. Кондиционирование»). Разделы приложения: «Новости», «Журналы», «Компании», «Библиотека», «Обзор специализированных приложений для устройств iOS».

Сайт журнала «Сантехника. Отопление. Кондиционирование» является основным новостным и информационным порталом в отрасли. Его читатели могут знакомиться с последними новостями рынка, загружать электронные версии журналов С.О.К., пользоваться библиотекой, содержащей более 11 000 документов, среди которых множество специализированных книг, учебников, справоч-



ников, ГОСТ, СНиП, каталогов и инструкций на оборудование. Представителям организаций предоставляется возможность регистрировать и управлять страницами их компаний, размещать фото, видео и другую информацию об их деятельности.



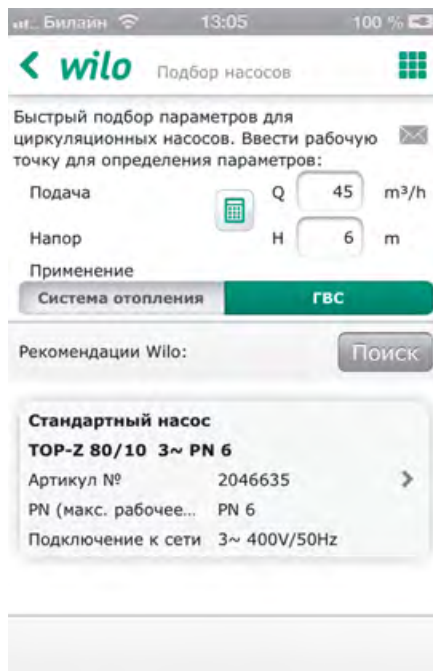
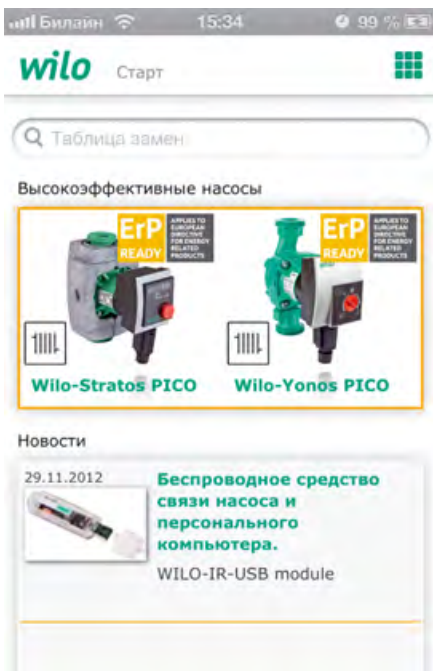
Хотелось бы отметить, что просмотр документов и журналов на iPad намного удобнее и функциональнее, чем на компьютере, а чтение новостей на iPad и iPhone уже давно стало не только современным, модным, но и деловым трендом и стилем.

В начале февраля выйдет новая версия приложения «СОК Мобайл» со значительно расширенной функциональностью.

Приложение доступно на русском и английском языках.

Автор: Людмила МИЛОВА, технический редактор журнала С.О.К.





### Wilo Assistant

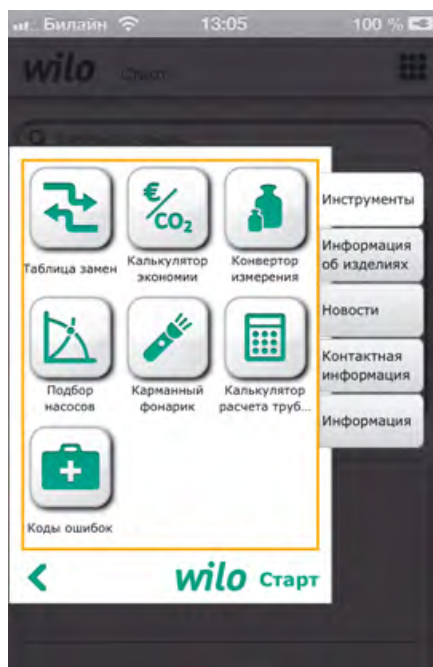
Приложение Wilo Assistant предназначено для поиска, подбора и замены имеющихся у пользователя насосов современными аналогами из ассортимента данного немецкого производителя.

Разработчик активно развивает изначально чисто немецкое приложение, в частности, что касается перевода на русский язык. Регулярно выходят обновления с русификацией отдельных пунктов меню. На момент написания данного обзора как раз был выпущен очередной апгрейд, в котором на русский язык была переведена страница подбора трубопроводов, и теперь практически вся программа, за исключением некоторых фраз и единиц измерения, доступно на официальном языке нашего государства.

На главной странице приложения можно ознакомиться с энергоэффективными новин-

ками производителя и последними новостями. Wilo Assistant располагает пятью пунктами меню. С помощью «Инструментов» в этом приложении Wilo пользователь может самостоятельно подобрать насос Wilo на основании технических характеристик уже установленного у него насоса. В таблице замен присутствуют, правда, лишь преимущественно немецкие производители. Здесь же можно подобрать насос по рабочей точке, узнать расшифровку кодов ошибок, рассчитать трубопровод и получить представление о сэкономленных деньгах и выбросах диоксида углерода при использовании современного насосного оборудования. Приятным дополнением являются подпункты «Конвертер измерений» и «Фонарик».

В приложении также присутствует актуальный каталог производителя, координаты офисов продаж и сервисных центров.

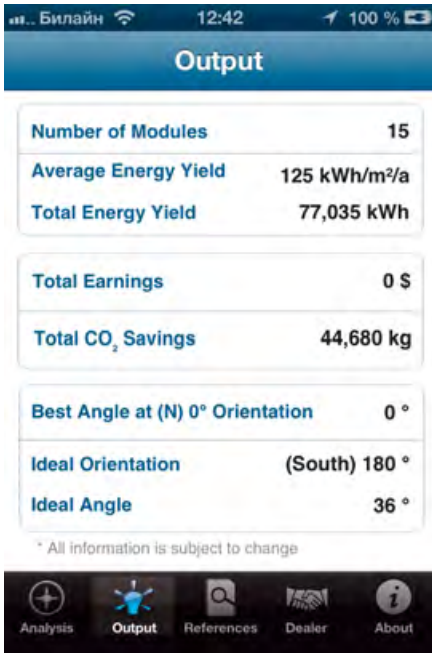


### Bosch Solar Friend

Приложение от всемирно известного концерна призвано помочь в определении правильного количества и места монтажа для крышных солнечных батарей еще до их покупки. Пользователь Bosch Solar Friend может задать площадь крыши, выбрать желаемый солнечный модуль. Программа использует гироскоп смартфона для определения угла



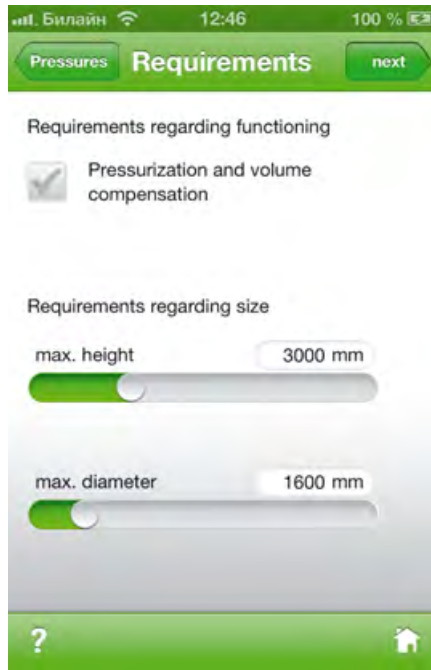
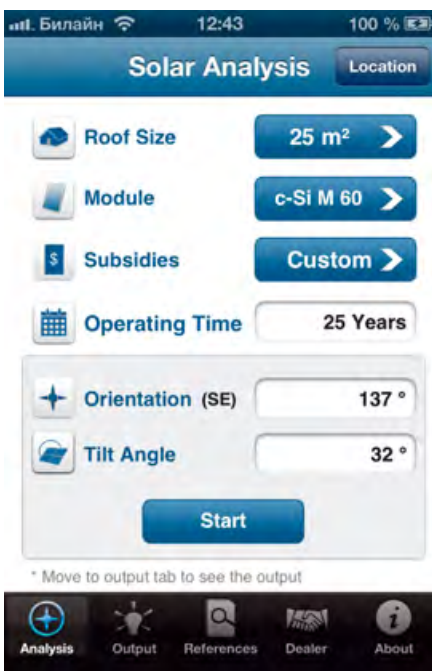
наклона крыши и данные службы геолокации для расчета количества солнечного света, которое батарея сможет получить в течение дня, а также некоторых других параметров, для России пока не слишком актуальных. Например, доступные муниципальные или федеральные субсидии, которые владелец сможет получить для приобретения модулей. Впрочем, местоположение и предполагаемую сумму субсидий можно ввести и вручную.



В результате расчетов пользователю становятся доступны данные о средней годовой выработке электроэнергии с квадратного метра поверхности модуля и со всей установки в целом, сумма экономии с учетом субсидий, объем углекислого газа, который не попадет в атмосферу благодаря использованию альтернативного источника энергии, и оптимальное расположение солнечных батарей на крыше здания или загородного коттеджа.

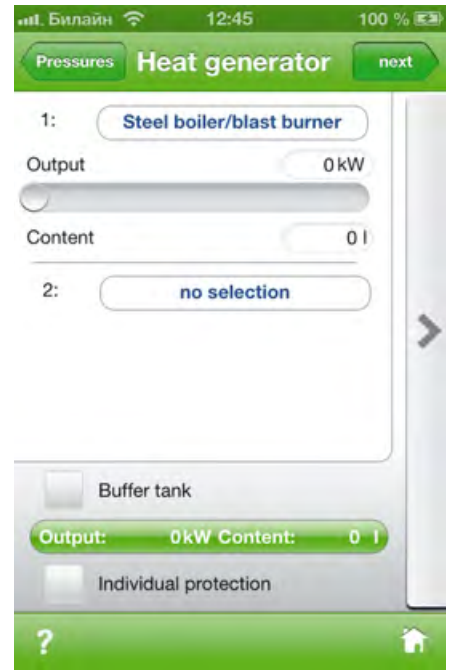
В приложении Bosch Solar Friend можно также ознакомиться с примерами смонтированных объектов в разных странах и списком некоторых дилеров (российские, к сожалению, отсутствуют).

В российском AppStore приложение доступно только на английском языке.



### Reflex Pro

Приложение призвано помочь в подборе расширительного бака правильного объема для системы отопления или водоснабжения на основании подробных сведений о системе. Расчет возможен на основании краткого или подробного перечня данных. Среди вводимой информации про отопительную систему — температуры подающей и обратной линии, процентное соотношение антифриза и воды, максимальное и минимальное рабочие давления, давление срабатывания предохранительной арматуры, тип, мощность и объем бойлера косвенного нагрева, объем буферной емкости, тип и номинальная теплоотдача всех отопительных приборов и их процентный вклад в поддержание внутреннего микроклимата. Для системы ГВС необходимо ввести гораздо меньше параметров, а именно объем и мощность водонагревательной емкости,

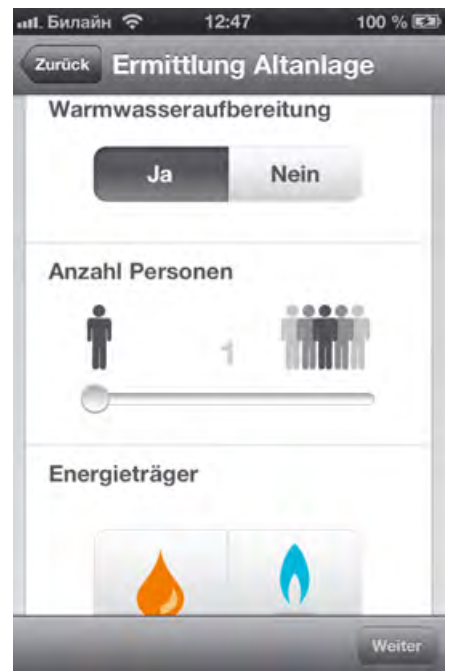
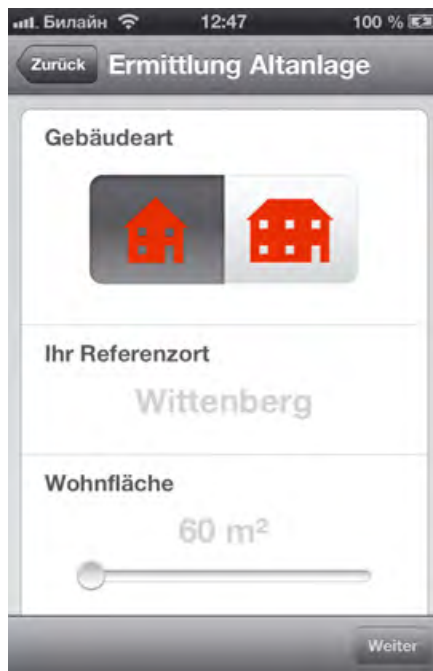


температуры входящей и нагретой воды, пиковый расход, рабочее и предельно допустимое давление. Также можно указать максимальные габариты искомой установки и дополнительные желаемые опции. Результаты расчетов можно вывести на дисплей или отправить по электронной почте. При желании программа дает возможность ознакомиться со страницей актуального каталога по найденному варианту экспанзомата, а также скачать брошюру в формате PDF.

Для проживающих в Германии в приложении указана контактная информация местных представительств. Будьте внимательны — при нажатии на координаты центральной службы начинается звонок в Германию. Предусмотрен поиск по странам, но он пока не функционирует.

Пока что для России приложение доступно только на английском языке.





### Viessmann EnergieCheck

Мобильное приложение Viessmann EnergieCheck создано для наглядной демонстрации возможностей экономии в рамках существующего строения путем использования энерго-сберегающей техники, а также альтернативных энергоносителей.

Пользователь должен ввести информацию о здании, такую как местоположение (только в пределах Германии), отопительная площадь, год постройки и количество проживающих. Также для расчетов обязательно потребуются основные данные об отопительной системе: вид топлива (жидкое или газообразное) и его годовое потребление, тип и мощность котла.

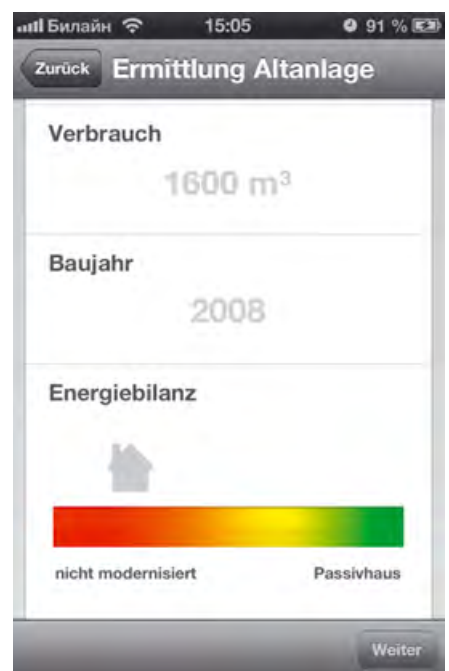
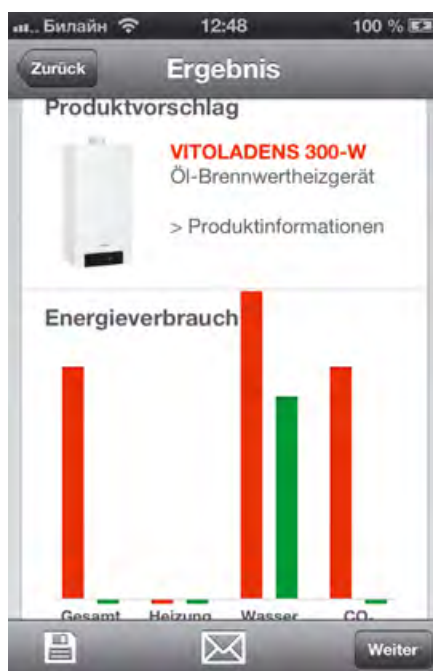
На основании введенных значений вычисляется степень «пассивности» здания, даются рекомендации относительно возможных вариантов замены существующего котла энерго-

сберегающим аналогом из ассортимента продукции Viessmann, причем в перечне присутствуют не только жидкотопливные и газовые термоблоки, но и твердотопливные котлы, а также тепловые насосы.

В приводимой таблице или на графиках можно рассмотреть в сравнении все предложенные варианты, получить наглядное представление об ожидаемой экономии в многолетней перспективе.

Приложение позволяет заказать профессиональную консультацию специалиста и заказать пакет информационных материалов по темам: отопление с помощью жидкого, твердого, газообразного топлива, альтернативных энергоносителей, котельное оборудование, обмен данными в системах и создание комфортного микроклимата.

Приложение доступно пока только на немецком языке. ●



# ТРЕБУЙТЕ AUTOADAPT ОТ GRUNDFOS



GRUNDFOS



Наши циркуляционные насосы MAGNA3 и ALPHA2 оснащены энергоэффективными инновационными функциями, которые помогают снизить потребление электроэнергии и затраты на неё, и уменьшают воздействие на окружающую среду. Наши "умные" режимы управления позволяют нам опережать конкурентов. Функция AUTOADAPT, установленная по умолчанию, автоматически находит оптимальную кривую рабочих характеристик сразу же после монтажа насоса. Она не только облегчает монтаж, но также повышает эффективность и продлевает период эксплуатации насоса. Пришло время требовать большего для достижения экономии электроэнергии и денежных средств ваших клиентов.



be  
think  
innovate

GRUNDFOS





# О долговечности армированных стекловолокном полипропиленовых труб

Требования энергоресурсосбережения [1] в строительной отрасли выдвигают на передний план проблему долговечности строительных материалов и конструкций, в том числе труб, используемых во внутренних системах холодного/горячего водоснабжения и отопления.

Сегодня для устройства указанных систем начали использовать армированные стеклопластиком полипропиленовые трубы (далее АСППТ), которые обладают некоторыми преимуществами перед обычными трубами из термопластов [2]. К сожалению, долговечность трубопроводов отопления и холодных/горячих водопроводов из АСППТ рекомендуется прогнозировать с использованием кривых регрессии, построенных для труб из термопластов со сплошной однородной стенкой.

Так, компания Wavin Ekoplastik для труб Fiber (рис. 1, табл. 1), изготавливаемых методом непрерывной шнековой экструзии с соэкструзией среднего слоя в соответствии со стандартами предприятия PN 01 и EN ISO 21003, а также ТУ 2248-003-18803975-2010 «Напорные трубы из полипропилена стеклонаполненные», рекомендует [3] следующее. В табл. 1 соотношение толщины слоев в общей толщине стенки  $e$  трубы должно соответствовать для наружного, среднего и внутреннего слоя по  $33 \pm 3\%$ .

Применять эксплуатационные параметры и рассчитывать срок службы водопроводов и трубопроводов отопления из производимых с использованием соэкструзии слоев труб Fiber рекомендуется [3] так же, как и для экструдированных труб с однослойными сплошными стенками PN 20 (табл. 2, рис. 2).

Согласиться с такими рекомендациями нельзя. И вот по какой причине. В стенках труб с однослойными стенка-

ми PN 20, рассчитанных на внутреннее давление  $P = 20$  бар (2 МПа), как следует из формулы Надаи, растягивающие напряжения:

$$\sigma_p = 0,5(SDR - 1)P = 0,5 \times (6 - 1) \times 2 = 0,5 \times 5 \times 2 = 5 \text{ МПа.} \quad (1)$$

Причем соотношение  $\sigma_p = f(P) = \text{const}$  будет справедливо на весь срок эксплуатации трубопровода из указанных труб, так как их размеры (толщина стенки и наружный диаметр) будут оставаться почти неизменными, то есть  $SDR \approx \text{const}$ .

## Долговечность трубопроводов отопления и водопроводов из АСППТ рекомендуется прогнозировать с использованием кривых регрессии для труб из термопластов со сплошной однородной стенкой

Другое дело АСППТ, в том числе трубы Fiber, которые являются многослойными и в которых слои выполнены из различных материалов: внутренний и наружный слои из термопласта PPR, а средний слой из композита — армированного стекловолокном того же самого полипропилена PPR.

В процессе соэкструзии внутренний (композитный) слой трубы Fiber сваривается с наружным и внутренним слоями из PPR, образуя новые слои, сварные конструкционные соединения (рис. 3).

:: Основные размеры труб Fiber Ekoplastik серии S2,5; SDR 6; PN 20\*

табл. 1

D, мм	Толщины стенок и слоев, мм			
	трубы, $e$	наружного, $e_H$	среднего, $e_c$	внутреннего, $e_B$
20	3,4	1,133	1,133	1,133
25	4,2	1,4	1,4	1,4
32	5,4	1,8	1,8	1,8
40	6,7	2,23	2,23	2,23
50	8,3	2,766	2,766	2,766
63	10,5	3,5	3,5	3,5

\* Выборка из ТУ 2248-003-18803975-2010.

Авторы: А.А. ОТСТАВНОВ, к.т.н., ведущий научный сотрудник ГУП «НИИ Мосстрой»; В.А. ХАРЬКИН, к.т.н., генеральный директор ООО «Прогресс»

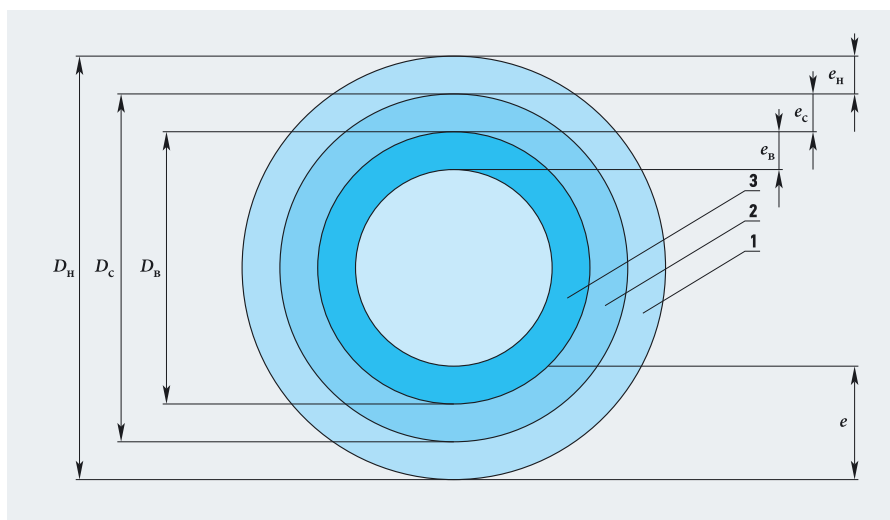


Рис. 1. Труба Fiber Ekoplastik (1, 2, 3 — наружный, средний и внутренний слои;  $D_n, D_c, D_b$  — наружные диаметры наружного, среднего и внутреннего слоев;  $e, e_n, e_c, e_b$  — толщины стенок общей трубы, наружного, среднего и внутреннего слоев)

Именно в них при температурных перепадах (разность между температурами монтажа и эксплуатации трубопроводов водоснабжения и отопления) возникают наибольшие термические напряжения вследствие ограничения продольной деформации разномодульных материалов (композита и термопласта) в смежных слоях стенок АСППТ [4], в том числе труб Fiber. Можно с определенной долей уверенности предполагать, что свариваться будет только термопласт полипропилен. С одной стороны, это материал наружного и внутреннего слоев. С другой стороны, в среднем слое это матрица композита, состоящего из двух фаз: матрицы (из чистого полипропи-

лена PPR) и армирующего наполнителя (стекловолокно), а также межфазный слой на границе раздела матрицы и армирующей фазы. Межфазный слой будет иметь и состав, и структуру, отличающиеся от состава и строения матрицы, поскольку помимо материала самой матрицы он может включать в себя и некоторые продукты, входящие в состав армирующего наполнителя [5].

Межфазный слой, как правило, неоднороден по составу, а его толщину точно определить нельзя, поскольку состав и структура граничного слоя изменяются не скачкообразно. Тем не менее, толщину межфазного слоя определяют экспериментально и расчетным путем, при-

**Конструкцию трубы Fiber, нагруженную кратковременным внутренним давлением, можно представить моделью трехслойной трубы, и, используя ее, применить закономерности теории упругости**

нимая за нее такую его протяженность, на которой его состав и свойства изменяются по отношению к матрице и армирующему волокну в заданных пределах. Толщина межфазного слоя у различных материалов колеблется от 0,01 до 5 мкм. Характерный диаметр элементарных стекловолокон — 13 мкм, а характерная длина волокна редко может быть менее 0,5 мм [4].

Учитывая то, что при производстве труб Fiber используется хаотичное армирование дискретными стекловолокнами PPR, вполне возможно, что из околошовной зоны со стороны среднего композитного слоя в сварной шов (слой) будет проникать какая-то, совсем небольшая, на уровне следов, часть армирующих волокон (рис. 3б). Это, очевидно, не может сказаться значимо на кратковременных механических показателях материала сварного (слоя). На этом основании можно считать, что кратковременные значения, например, модулей упругости материалов сварных швов (слоя), а также наружных и внутренних слоев будут одинаковыми. Также можно считать, что одинаковыми будут кратковременные значения модулей упругости материалов околошовных зон и среднего слоя — ведь миграция весьма незначительной части стекловолокон в сварные швы вряд ли может существенно сказаться на кратковременных механических показателях материала околошовных зон со стороны среднего композитного слоя. С учетом обозначенной версии, конструкцию трубы Fiber, нагруженную кратковременным внутренним давлением, можно смело представить моделью трехслойной трубы, и, используя ее, применить закономерности теории упругости.

Из преобразованной формулы Надаи, независимо от температуры и времени, вытекает: окружное относительное удлинение однослойной стенки трубы, находящейся под действием внутренне-

$$\epsilon_{t\tau} = 0,5(SDR - 1) \frac{P_{t\tau}}{E_{t\tau}}, \quad (2)$$

где  $E_{t\tau}$  — модуль упругости термопласта при величине температуры  $t$  в определенное время  $\tau$ .

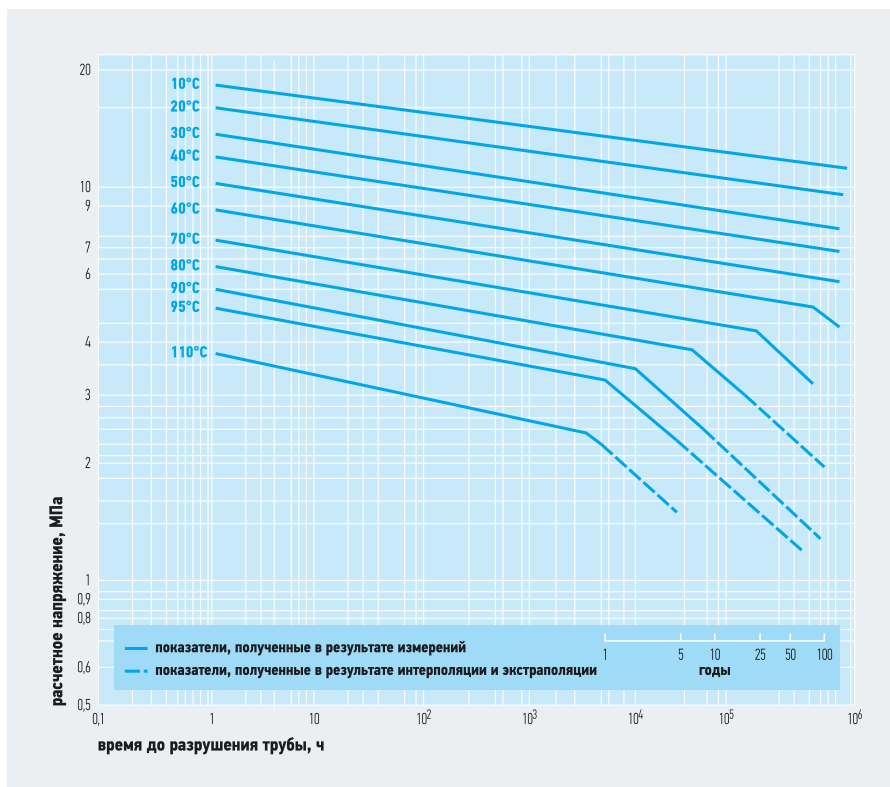


Рис. 2. Кривые долговечности для труб из PPR и труб Fiber (из каталога компании Wavin)

Другое дело, когда стенка трубы состоит из нескольких  $i$ -х слоев, материал которых характеризуется различными величинами физико-механических показателей, в том числе модулей упругости  $E_i$  (термопласт PPR 800–900 МПа и 20% стекловолокнистые компаунды на основе полипропилена со случайным распределением связей: GF5887RP — 2500 МПа, для Маххам CL1 GF/20 Н Natural — 2800 МПа, для Armlen ПП СВ 20-1К3200 — 3200 МПа и т.п.).

Продольные усилия  $N_i$  в каждом слое будут наводиться только определенной долей внутреннего давления  $P_i$ , приходящейся именно на конкретный слой (наружный  $P_H$ , средний  $P_C$  и внутренний  $P_B$ ), причем:

$$P_H + P_C + P_B = P. \quad (3)$$

**Сравнивая растягивающие напряжения материалов наружного и внутреннего полипропиленовых слоев, замечаем, что они меньше в 2,27–2,5 раз растягивающих напряжений (5 МПа), которые учитывались при разработке сортаментов труб Fiber**

Поскольку слои являются составным элементом стенки рассматриваемой трехслойной трубы Fiber, находящейся под действием внутреннего давления, относительные удлинения слоев (наружного слоя  $\epsilon_H$ , среднего  $\epsilon_C$  и внутреннего слоя  $\epsilon_B$ ) вдоль окружности поперечного сечения трубы будут одинаковыми:

$$\epsilon_H = \epsilon_C = \epsilon_B = \epsilon. \quad (4)$$

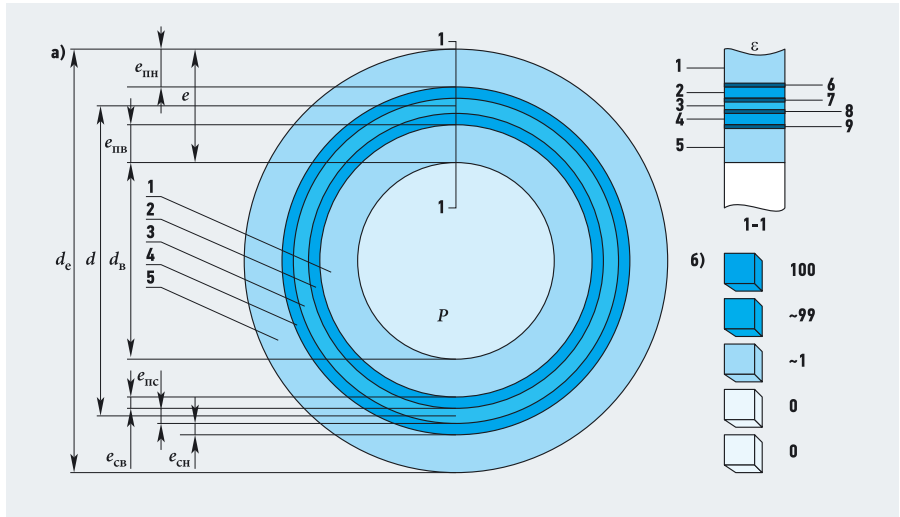
Значения относительных удлинений могут быть определены по следующим формулам (для наружного, среднего и внутреннего слоев):

$$\epsilon_H = 0,5 (SDR_H - 1) \frac{P_H}{E_H}, \quad (5)$$

$$\epsilon_C = 0,5 (SDR_C - 1) \frac{P_C}{E_C}, \quad (6)$$

$$\epsilon_B = 0,5 (SDR_B - 1) \frac{P_B}{E_B}, \quad (7)$$

где  $SDR_H, SDR_C, SDR_B$  — отношение наружных диаметров слоев к их толщине (табл. 3), то есть  $SDR_i = D_i/\epsilon_i$ ;  $E_H, E_C$  и  $E_B$  — модули упругости материалов наружного, среднего и внутреннего слоев на момент рассмотрения напряженно-деформированного состояния трубы; средние кратковременные значения из указанных выше:  $E_{H0} = E_{B0} = 850$  МПа и  $E_{C0} = 2800$  МПа.



**Рис. 3. Конструкция стенки трубы Fiber (а — поперечное сечение, б — плотность расположения стекловолокон, %; 1, 5 — внутренний и наружный полипропиленовые слои; 3 — армированный стекловолокном полипропиленовый слой; 4, 2 — внутренний и наружный сварные слои; 6–9 — околослойные зоны;  $d_e, d, d_b$  — наружный, средний и внутренний диаметры трубы;  $\epsilon_{пн}, \epsilon_{пв}$  — толщины наружного и внутреннего полипропиленовых слоев;  $\epsilon_{пс}$  — толщина армированного стекловолокном полипропиленового слоя;  $\epsilon_{св}, \epsilon_{сн}$  — толщины внутреннего и наружного сварных слоев)**

Составные доли внутреннего давления и соответствующие характеристики НДС (относительное удлинение и растягивающие напряжения) слоев трехслойной трубы Fiber диаметром 25 мм, находящейся под действием внутреннего рабочего давления 20 бар различаются, что вытекает из совместного решения уравнений (3–7). Для наружного слоя:

$$\begin{aligned} \epsilon_H &= 0,5 (SDR_H - 1) \frac{P_H}{E_{H0}} = \\ &= 0,5 (17,86 - 1) \frac{P_H}{850} = \\ &= 0,5 \times 16,86 \frac{P_H}{850} = 0,00992 P_H. \end{aligned}$$

Для среднего слоя:

$$\begin{aligned} \epsilon_C &= 0,5 (SDR_C - 1) \frac{P_C}{E_{C0}} = \\ &= 0,5 (15,71 - 1) \frac{P_C}{2800} = \\ &= 0,5 \times 14,71 \frac{P_C}{2800} = 0,00263 P_C. \end{aligned}$$

Для внутреннего слоя:

$$\begin{aligned} \epsilon_B &= 0,5 (SDR_B - 1) \frac{P_B}{E_{B0}} = \\ &= 0,5 (13,86 - 1) \frac{P_B}{850} = \\ &= 0,5 \times 12,86 \frac{P_B}{850} = 0,00756 P_B. \end{aligned}$$

Таким образом:

$$\begin{aligned} \epsilon_H &= 0,00992 P_H, \quad \epsilon_C = 0,00263 P_C, \\ \epsilon_B &= 0,00756 P_B, \quad 0,00992 P_H = 0,00263 P_C, \\ P_C &= 3,772 P_H, \quad P_H = 0,265 P_C, \\ 0,00263 P_C &= 0,00756 P_B, \\ P_C &= 2,875 P_B, \quad P_B = 0,348 P_C, \\ 0,265 P_C + P_C + 0,348 P_C &= P, \quad 1,613 P_C = P. \end{aligned}$$

Исходя из этого:

$$P_C = \frac{P}{1,613} = \frac{2}{1,613} = 1,24.$$

$$\begin{aligned} \text{Итак, } P_C &= 1,24 \text{ МПа, } P_H = 0,265 P_C = \\ &= 0,329 \text{ МПа, } P_B = 0,348 P_C = 0,432 \text{ МПа.} \\ P_H + P_C + P_B &= P = \\ &= 0,329 + 1,24 + 0,432 = 2 \text{ МПа.} \end{aligned}$$

Сравнивая полученные доли рабочих давлений, приходящиеся на каждый слой стенки трубы Fiber PN 20 диаметром 25 мм, с рекомендуемыми значениями (табл. 2) и допуская неизменность НДС каждого слоя во времени, замечаем следующее: сроки эксплуатации для разных слоев стенок существенно различаются, при этом для среднего (композитного) слоя такие различия зависят и от вида трубопроводной системы (табл. 4).

Например, срок эксплуатации среднего слоя в горячем водопроводе будет в два раза меньше срока эксплуатации других слоев, а в отоплении — в сто раз. Здесь также следует отметить и то, что срок эксплуатации среднего слоя в горячем водопроводе (при 70 °С) будет в два раза меньше, чем в холодном (при 20 °С), в котором трубы будут испытывать относительное удлинение:

$$\begin{aligned} \epsilon &= 0,5 (SDR_C - 1) \frac{1,24}{2800} = \\ &= 0,5 \times 14,71 \frac{1,24}{2800} = 0,326 \%. \end{aligned}$$

и растягивающие напряжения:

$$\begin{aligned} \sigma_C &= 0,00326 \times 2800 = 9,12 \text{ МПа,} \\ \sigma_H &= \sigma_B = 0,00326 \times 850 = 2,77 \text{ МПа.} \end{aligned}$$

Сравнивая растягивающие напряжения материалов наружного и внутреннего полипропиленовых слоев, замечаем, что они меньше в 2,27–2,5 раз растягивающих напряжений (5 МПа), которые учитывались при разработке сортаментов труб Fiber (табл. 1), а растягивающие напряжения материала среднего композитного слоя больше на величину в 1,6–1,76 раз (табл. 5).

Из отмеченных факторов вытекает следующий вывод: старение полипропилена (наружный и внутренний слои) и композита (средний слой) в стенках труб Fiber, являющихся различными по



свое природе материалами и к тому же находящимися под действием растягивающих напряжений, различающихся в 3,3 раза, будут протекать различно, а не в соответствии с рекомендуемыми к использованию кривыми регрессии для полипропилена (рис. 2).

Сказать, каким образом следует учитывать прогнозный срок эксплуатации горячих/холодных водопроводов и трубопроводов отопления из труб Fiber, в том числе и из других АСППТ [6] на данном этапе разработанности проблемы, к сожалению, не представляется возможным.

Вполне естественно предположить, что полипропиленовая матрица композита (средний слой стенки трубы Fiber) будет испытывать действие таких же растягивающих напряжений, какие определены для материала среднего слоя (табл. 5). Очевидно, что материалы (полипропилены) матрицы композита среднего слоя и других (наружного и внутреннего) слоев, подвергаемые действию растягивающих напряжений различной (отношение 3:1) величины (табл. 5), будут стареть с различной степенью интенсивности. Это перманентно и аналогично будет сказываться на их модулях упругости. При этом значения модуля упругости композита в целом, как можно гипотетически предположить, будет снижаться быстрее, чем у полипропиленов в наружном и внутреннем слоях.

Непрерывное уменьшение во времени значений модулей упругости мате-

⊞ Эксплуатационные параметры трубопроводов из труб Fiber\*

табл. 2

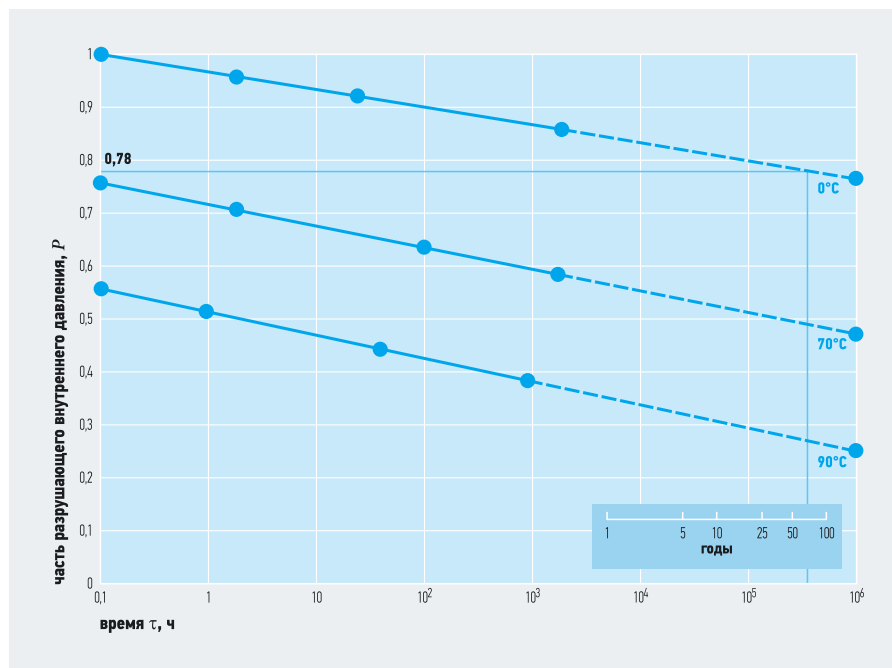
Температура, °С	Прогнозная долговечность, год	Рабочее давление [бар]		Температура, °С	Прогнозная долговечность, год	Рабочее давление [бар]	
		для водопровода (SF = 1,5)	для отопления (SF = 2,5)			для водопровода (SF = 1,5)	для отопления (SF = 2,5)
20	1	28,9	—	50	25	15,9	9,5
	5	28,1	—		50	15,4	9,2
	10	27,4	—	60	1	15,4	9,2
	25	26,4	—		5	14,3	8,6
	50	25,7	—		10	13,9	8,3
30	1	25,4	15,2	70	25	13,3	8
	5	23,8	14,3		50	12,9	7,7
	10	23,2	13,9		80	1	12,9
	25	22,3	13,4	5		12	7,2
	50	21,7	13	10	11,6	7	
40	1	21,6	13	90	25	10	6
	5	20,2	12,1		50	8,5	5,1
	10	19,6	11,8		80	1	10,8
	25	18,8	11,3	5		9,6	—
	50	18,3	11	10	8,1	—	
50	1	18,2	10,9	90	25	6,5	—
	5	17	10,2		1	7,6	—
	10	16,5	9,9		5	5,2	—

\* Выборка из каталога компании Wavin.

риалов всех слоев стенки АСППТ будет синхронно приводить к изменению значений долей внутреннего давления, приходящихся на каждый слой (см. формулы (3–7)). Доля внутреннего давления, приходящаяся на средний слой, будет уменьшаться, а доли внутреннего давления, приходящиеся на наружный и внутренний слой — возрастать. Причем растягивающие напряжения в полипро-

пиленовых слоях будут увеличиваться, а в композитном слое — уменьшаться.

Это будет происходить до тех пор, пока указанные напряжения не сравняются с долговременными для данных условий нагружения прочностями полипропилена и композита. После этого последует разрушение стенки АСППТ. Сказать, какой слой стенки АСППТ разрушится первым, на данном этапе разра-



⊞ Рис. 4. Гипотетические кривые регрессии для АСППТ (точки — экспериментальные данные; сплошная линия — кривая, построенная по данным; пунктирная линия — кривая экстраполяции; P — разрушающее внутреннее давление; τ — время; t — температура)

**Непрерывное уменьшение во времени значений модулей упругости материалов всех слоев стенки АСППТ будет синхронно приводить к изменению значений долей внутреннего давления, приходящихся на слой**

ботанности проблемы не представляется возможным. Это могут быть и полипропиленовые и композитный слой — все будет зависеть от характера старения композита в среднем слое стенки АСППТ. Если кривые регрессии для композита будут проходить круче кривых регрессии для полипропилена (рис. 2), то первым должен будет разрушиться средний слой стенки АСППТ. И наоборот, если кривые регрессии для композита будут проходить положе кривых регрессии для полипропилена, то первым должен будет разрушиться, скорее всего, внутренний слой стенки АСППТ.

Так ли это на самом деле, можно определить только экспериментально путем получения кривых регрессии, аналогичных кривым регрессии для полипропилена. Это один из методов прогнозирования долговечности водопроводов и трубопроводов отопления из АСППТ.

Следует обратить внимание и на то, что для его реализации потребуются много времени и большие затраты, так как придется практически полностью повторить исследования, которые были осуществлены, например, в Германии на образцах труб из термопластов с использованием температурно-временной суперпозиции.

Другой метод несколько проще. Необходимо будет получить на образцах определенного вида АСППТ какого-либо одного диаметра также с использованием температурно-временной суперпозиции кривые регрессии в декартовых, например, в полулогарифмических координатах: абсцисса — время и ордината — разрушающее внутреннее давление. Затем с использованием полученных кривых регрессии принимать прогнозные сроки эксплуатации водопроводов и трубопроводов отопления из АСППТ, правда, только для отдельных температур (для разных температур на одном графике рис. 4 это вряд ли получится, так как интенсивность старения композитов все же связана с температурой) и только той конструкции, какая была использована при построении этих кривых.

Расположение армирующих волокон в композите (средний слой стенки) может существенно различаться у разных

**Срок эксплуатации среднего слоя в горячем водопроводе будет в два раза меньше срока эксплуатации других слоев, а в отоплении — в 100 раз**

производителей АСППТ. А ведь именно оно, наряду с другими факторами (характеристиками наполнителя, показателями материала матрицы и др.), имеет определяющее значение для получения требуемых значений механических параметров композита, в том числе модуля упругости. Именно поэтому долговечность, установленная на образцах АСППТ конкретного производителя, не может быть перенесена напрямую, как это принято для трубных изделий из термопластов (ГОСТ 13452–2003), на изделия других производителей.

К примеру, для аналогичных рассмотренным выше труб в техническом пас-

порте «Труба полипропиленовая армированная стекловолокном GP-Fiber, артикул GPF200» указывается, что трубы диаметром 20, 25, 32, 40, 50 и 63 мм (изготовитель: Jakko Insaat Malzemeleri San. ve Dis. TIC. Ltd. STI.) соответствуют нормализованной серии S2,5 стандартному размерному соотношению SDR 6 по ГОСТ Р 52134–2003 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия». Также приводятся некоторые показатели материалов, из которых изготавливаются трубы, например, модулей упругости: 900 МПа (для слоя из полипропилена) и 1200 МПа (для слоя полипропилен + фибра); а также без указания на то, к какому слою относятся показатели пределов текучести при растяжении 30 МПа и прочности при разрыве 35 МПа, а также относительного удлинения при разрыве 350%. Причем данные о соотношении толщин слоев стенки в паспорте не приводятся.

Соотношение толщин слоев в стенке (составляет 2:5:3, считая от наружного слоя) приводятся для АСППТ диаметром от 20 до 160 мм SDR 5 (S2), SDR 6 (S2,5) и SDR 7,4 (S3,2) в ТУ 2248-010-33137731–2012 «Трубы напорные из полипропилена PPRC-GF SSMK и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления». В этих технических условиях указаны и механические показатели для полипропилена (плотность 0,898–0,905 г/см<sup>3</sup>, предел текучести при растяжении 26 МПа, предел прочности при разрыве 21 МПа, относительное удлинение при разрыве более 400%, относительное удлинение при пределе текучести 15%, модуль упругости при изгибе 850 Н/мм<sup>2</sup> и модуль упругости при растяжении 1000 Н/мм<sup>2</sup>) и для композита (плотность 1,05 г/см<sup>3</sup>, модуль упругости при изгибе 3710 МПа).

Кривые регрессии могут получаться только для разных температур и на образцах для каждого диаметра отдельно при условии, если не соблюдены правила подобия для всей группы АСППТ:

- все слои труб всех *n* диаметров в группе должны характеризоваться одинаковыми показателями  $SDR_{ij}$ , где *i* — индекс слоя, *j* — индекс диаметра;
- все слои труб всех *n* диаметров в группе должны быть выполнены из материалов с одинаковыми физико-механическими показателями;
- АСППТ всей группы должны быть выполнены с использованием одной и той же технологии с одними и теми же технологическими параметрами.



www.worldwallpaperfree.com

**Показатели слоев стенки трубы Fiber PN 20**

табл. 3

Толщина			Наружный диаметр			SDR		
$\epsilon_n$	$\epsilon_c$	$\epsilon_b$	$D_n$	$D_c$	$D_b$	$SDR_n$	$SDR_c$	$SDR_b$
1,4	1,4	1,4	25	22,2	19,4	17,86	15,71	13,86

\* Диаметр 25 мм.

**Возможные сроки эксплуатации слоев стенок труб Fiber PN20\***

табл. 4

Слой	Части внутреннего давления, бар			Срок эксплуатации в водопроводах		Срок эксплуатации в отоплении (70 °С)
	$P_i$	$P_i/1,5$ (коэфф.)	$P_i/2,5$ (коэфф.)	холодных (20 °С)	горячих (70 °С)	
Наружный	3,29	2,19	1,32	> 100	> 100	> 100
Средний	12,4	8,27	4,96	> 100	≈ 50	< 1
Внутренний	4,32	2,88	1,73	> 100	> 100	> 100

\* Диаметр 25 мм при условии сохранения НДС во времени.

**Кратковременные показатели НДС слоев стенок труб Fiber PN 20\***

табл. 5

Показатель	Слой трубы		
	наружный	средний	внутренний
$P$ , МПа	1,24	0,329	0,432
$\epsilon$ , %	0,326	0,326	0,326
$\sigma_p$ , МПа	2,77	9,12	2,77

\* Диаметр 25 мм.

При выборе вида, структуры и расположения армирующего стекловолокна, а также объемной степени армирования (объемной доли стекловолокон в композите), как правило, следует стремиться к наиболее полной реализации его механических характеристик в получаемом композите и в конечном изделии [7]. Ведь с увеличением степени армирования механические свойства пропорционально возрастают. Однако эта зависимость выдерживается только в определенных пределах, так как на нее влияют при малых степенях армирования особенности свойств стекловолокон: их модуль упругости и деформативность (хрупкость). При больших степенях армирования недостаток связующего для заполнения межволоконного пространства выше критического значения (67–70%) приводит к нарушению монолитности композита и, соответственно, к проявлению в нем неравномерности растягивающих напряжений, а впоследствии и к преждевременному разрушению при меньших значениях механических напряжений, чем для монолитных образцов. При армировании дисперсными наполнителями с целью получения

**В Стандартах СТО целесообразно отразить все этапы жизненного цикла трубопроводных систем из труб конкретного производителя: производство, проектирование, монтаж, ремонт, утилизация**

композитов и изделий с оптимальными механическими характеристиками применяются обычно объемные степени армирования от 30 до 45%.

В заключение следует отметить, что с целью повышения эффективности за счет наиболее полного использования прочностных ресурсов АСППТ необходимо уделять им большее внимание как в части исследования их особенностей, так и в направлении разработки соответствующих норм. Например, каждый производитель таких труб должен иметь Стандарт организации СТО. В таких стандартах целесообразно отразить все этапы жизненного цикла трубопроводных систем из труб конкретного производителя: производство, проектирование, монтаж, ремонт, утилизация. При этом в разделе «производство» следует

обязательно приводить данные для построения проектировщиками кривых регрессии (рис. 4, точки) для труб, используемых ими в конкретной трубопроводной системе.

Работа в этом направлении начата в ГУП «НИИ Мосстрой», о ее результатах, по мере их появления, широкая научно-техническая общественность будет регулярно информироваться в следующих публикациях журнала. ●

1. ФЗ №261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ».
2. Трубы полипропиленовые армированные стекловолокном (Glass Fiber) для горячего водоснабжения и отопления. Интернет-ресурс [www.lipetskplast.ru](http://www.lipetskplast.ru).
3. Каталог фирмы Wavin. Трубы Ekoplastik Fiber. Технические данные труб и инструкция по монтажу. Интернет-ресурс [www.ekoplastik.com](http://www.ekoplastik.com).
4. Козлов О.В. Особенности конструкции полипропиленовых (PPR) труб, армированных стекловолокном для систем водоснабжения и отопления. Интернет-ресурс [www.vashdom.ru](http://www.vashdom.ru).
5. Бобович Б.Б. Полимерные композиционные материалы. Интернет-ресурс [www.m-basce.plastinfo.ru](http://www.m-basce.plastinfo.ru).
6. Product catalogue'2012. Fusiotherm, aquatherm green pipe, climatherm, aquatherm lilac, aquatherm ISO, aquatherm SHT, climasystem, aquatherm. Интернет-ресурс [www.aquatherm.de](http://www.aquatherm.de).
7. Перепелкин К.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты. Интернет-ресурс [www.m-basce.plastinfo.ru](http://www.m-basce.plastinfo.ru).

**RIDGID® – ПАРТНЕР НА ВСЮ ЖИЗНЬ!**

1\* Пожизненная гарантия на дефекты материала и производства  
 2\* Emerson – решения для коммерческого и жилищного секторов  
 3\* Ridgid – мы создаем репутацию

**EMERSON** Commercial & Residential Solutions

We Build Reputations™ **RIDGID®**

**РИД**

**ООО "РИД-СПБ"**  
 ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР  
 RIDGID В РОССИИ  
 WWW.RID-GID.RU

8 (812) 313-20-68 САНКТ-ПЕТЕРБУРГ; 8 (495) 225-44-20 МОСКВА; 8 (3812) 59 13 94 ОМСК **8 800 775 54 94** ЗВОНОК ПО РОССИИ БЕСПЛАТНЫЙ

Реклама. Товар сертифицирован

# Электро-химическая обработка воды\*

В настоящее время существуют различные технологии водообработки и водоочистки, включающие озонирование воды, обработку воды УФ-излучением, ионный обмен, омагничивание и др. Часто эти методы требуют больших затрат при их проведении. Перспективным современным подходом в водообработке и водоочистке признана электрохимическая обработка воды постоянным электрическим током.

## Конструкции электролизеров воды

Современные электролизеры представляют собой камеры различных конфигураций, в которых размещены электроды. Камеры выложены листовым винилпластом или текстолитом для защиты от воздействия хлора, его кислородных соединений и других окислителей.

Электролиз воды сопровождается интенсивным пеновыделением, поэтому электролизер оборудуется специальными устройствами и пеногасителями для ее удаления. В целях защиты электродов и межэлектродного пространства от засорения пеной и нерастворимыми продуктами электролиза предусматриваются устройства для очистки межэлектродного пространства путем продувки сжатым воздухом или при помощи специальных диэлектрических щеток, которые предназначаются и для механической депассивации электродов. Электроды имеют форму пластин с центральным отверстием, через которое проходит вал с жестко закрепленными на нем скребками (щетками), заведенными в межэлектродные зазоры. При повороте вала происходит контакт щеток с электродами, что позволяет очищать их от твердых отложений.

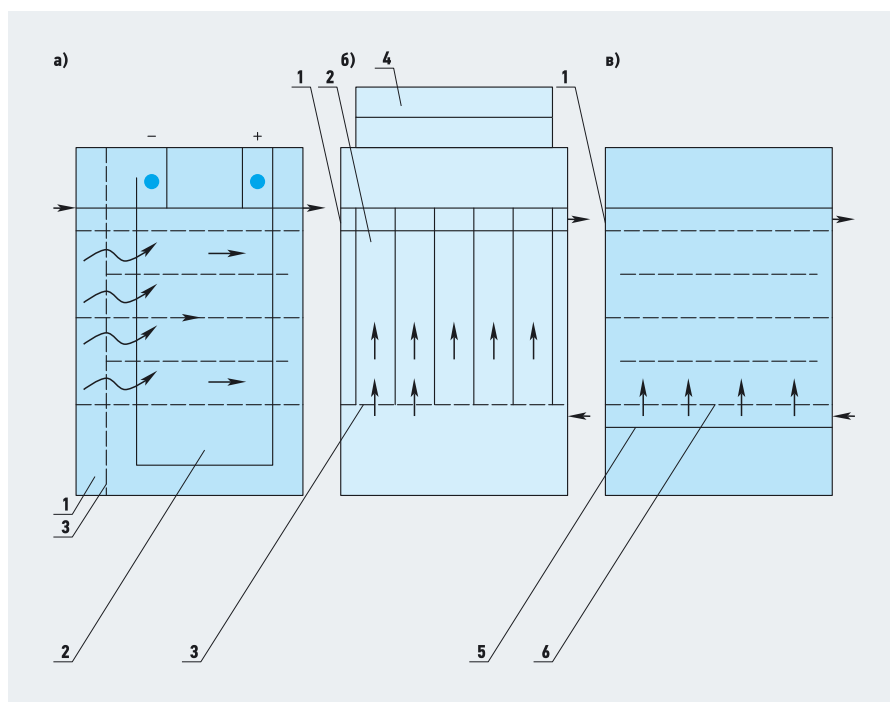
Если вода содержит грубодисперсные примеси с большим гидравлическим сопротивлением, предусматривается специальная иловая камера для накопления выпадающих осадков.

## Электролиз воды сопровождается интенсивным пеновыделением, поэтому электролизер оборудуется специальными устройствами и пеногасителями для ее удаления

В зависимости от направления движения воды электролизеры бывают горизонтального или вертикального типов (рис. 1). Вертикальная установка занимает меньшую площадь, но имеет большую высоту, что усложняет высотную схему сооружения. Электроды выполняются в виде стрижней, дисков, сеток и т.д., но чаще всего представляют собой металлические стальные пластины толщиной от 3 до 10 мм. Во избежание химической коррозии их размеры составляют 1,5–1,8 м. Пластины собираются в пакеты при помощи диэлектрических стягивающих зажимов либо устанавливаются обязательно в пазы специальных рам из диэлектриков (рис. 2).

По условиям монтажа и ремонтпригодности вес пластин или пакетов пластин должен составлять не более 50–100 кг. Поэтому при необходимости в корпусе электролизера может размещаться несколько пакетов пластин.

Электроды присоединяются к источнику электропитания по монополярной или по биполярной схеме. В последнем случае каждый электрод работает одной



**Рис. 1.** Схемы электродных камер (а — горизонтальная прямоугольная; б — вертикальная прямоугольная или круглая; в — то же с горизонтальным расположением электродов; 1 — корпус; 2 — электроды; 3 — распределительная решетка; 4 — блок электропитания; 5 — анод; 6 — катод в виде сетки)

Автор: О.В. МОСИН, к.х.н.

\* Продолжение. Начало см. в С.О.К. № 12/2012.

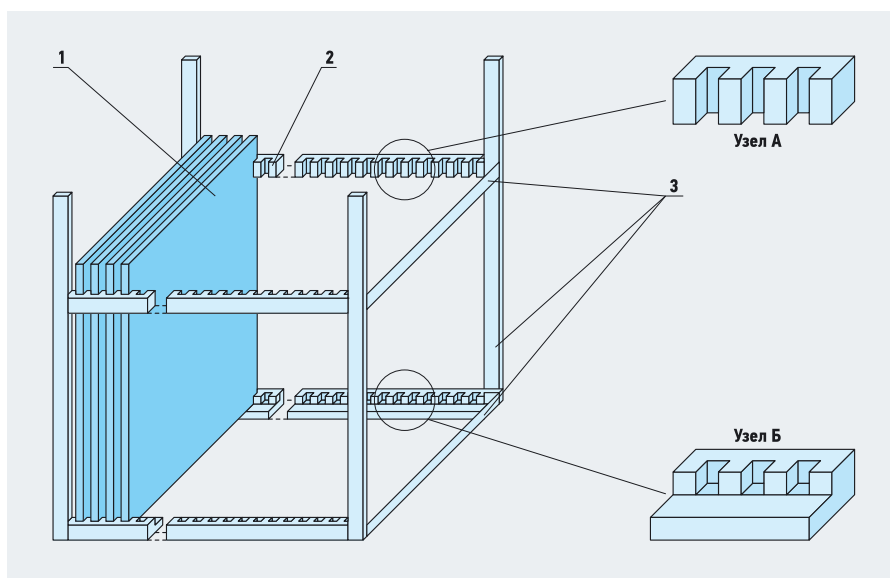


Рис. 2. Схема электродной системы пазного типа (1 — электроды; 2 — контактные пазы; 3 — рама)

поверхностью как анод, а другой — как катод. Биполярная схема требует меньшего количества присоединений электродов к источнику питания, но при этом увеличивается напряжение на электродах. Если при монополярном присоединении оно равно напряжению в пределах одной электродной ячейки, то есть  $V_э = V_я$ , то при биполярной напряжение на электродах зависит от количества ячеек  $n$ :

$$V_э = nV_я, \quad (7)$$

где  $n$  — количество ячеек, шт.

Материал электродов должен обладать рядом обязательных свойств: химической устойчивостью и инертностью к среде, в которой производится электролиз; оптимальными электрохимическими характеристиками по отношению к окислительно-восстановительным ре-

акциям; механической прочностью и химической устойчивостью.

Аноды (за исключением установок для электрокоагуляции) не должны растворяться при электролизе. Нерастворимые аноды изготавливаются титановыми с защитными покрытиями из платины, оксидов кобальта (ОКТА), диоксида марганца (ТДМА), оксидов рутения и титана (ОРТА) [12]. Возможно применение анодов из графита или графитизированного угля, но эти материалы недостаточны прочны и долговечны. В электрокоагуляторах аноды выполняются растворимыми из алюминия и его сплавов, а также из железа.

В процессе электролиза всегда генерируются газообразные водород и кислород. Смесь этих газов взрывоопасна,

**Нерастворимые аноды изготавливаются титановыми с защитными покрытиями из платины, оксидов кобальта, диоксида марганца, а также оксидов рутения и титана**

а смесь водорода с воздухом обладает взрывоопасностью при концентрации водорода более 4 об. %. Согласно условиям безопасности электролизеры оборудуются системами вытяжной вентиляции, обеспечивающими разбавление выделяющегося водорода воздухом до концентрации менее 0,4 об. %, то есть в 10 раз ниже порога взрывоопасности.

Производительность вентиляционных установок для электролизеров непрерывного действия [м<sup>3</sup>/ч] рассчитывается по формуле:

$$Q_{air} \geq 0,1 I_{cur} \frac{273 + T}{273}, \quad (8)$$

где  $t$  — температура обрабатываемой воды, °С. Если электролизер периодического действия, то формула принимает следующий вид:

$$Q_{air} \geq 0,1 I_{cur} \frac{W_{el} 273 + T}{t 273}, \quad (9)$$

где  $W_{el}$  — полезная вместимость электродной камеры, м<sup>3</sup>;  $\tau$  — продолжительность обработки, ч.

В случаях, когда применяется открытый электролизер и генерируемый водород поступает непосредственно в помещение, кратность воздухообмена [ч<sup>-1</sup>] рассчитывается из формулы:

$$m_b = \frac{Q_{air}}{W}, \quad (10)$$

где  $W$  — объем помещения, м<sup>3</sup>.

Электролиз воды всегда сопровождается выделением тепла и нагревом обрабатываемой воды, что может повлиять на условия ее последующего использования или выпуска в систему водоотведения. Расход выделяющегося при электролизе воды тепла [кДж/ч] равен:

$$Q_t = 3,62 I_{cur} (V_э + \Delta V), \quad (11)$$

где  $\Delta V$  — напряжение разложения поваренной соли. При значении  $i_{an} = 200$  А/м<sup>2</sup>,  $\Delta V = 2,1$  В. Температура обрабатываемой воды [°С] в электролизе определяется из следующей формулы:

$$\Delta T = \frac{Q_t 10^{-3}}{C q_w}, \quad (12)$$

где  $C$  — объемная теплоемкость воды, кДж/(л·°С);  $q_w$  — величина расчетного расхода воды, м<sup>3</sup>/ч.



www.worldwallpaperfree.com

### Бытовые электрохимические реакторы

В бытовых условиях для электролиза воды чаще всего применяется диафрагменный проточный электрохимический реактор (СТЭЛ) [13], включающий электролизную ячейку, состоящую из катода и анода, разделенных специальной полупроницаемой мембраной (диафрагмой), разделяющую воду на щелочную фракцию — католит и кислую фракцию — анолит (рис. 3).

В результате катодной (католит) обработки вода приобретает щелочную реакцию: ее ОВП снижается, уменьшается поверхностное натяжение, снижается количество растворенного в воде кислорода, возрастает концентрация водорода, гидроксильных ионов (ОН<sup>-</sup>), уменьшается электропроводность воды, изменяется структура не только гидратных оболочек ионов, но и самой воды [14]. По внешним характеристикам этот католит — мягкая, светлая, с щелочным привкусом вода, иногда с белым осадком, ее pH = 10–11, ОВП = -200...-800 мВ.

По физико-химическим параметрам католит является раствором с заметно усиленными электроно-донорными свойствами, и, попадая в физиологические жидкости организма, он способен усиливать электроно-донорный фон на несколько десятков милливольт [15]. Антибактериальное действие католита дифференцированное: бактерицидный эффект проявляется относительно энтеробактерий, устойчивыми к нему являются энтерококки и стрептококки группы В, а в отношении грамотрицательных микроорганизмов — только бактерио-

Электрохимические эквиваленты некоторых элементов

табл. 1

Элемент	Электрохимический эквивалент вещества А, г/(А·ч)
Водород	0,0376
Кислород	0,289
Железо двухвалентное	1,042
Железо трехвалентное	0,695
Алюминий	0,336
Хром трехвалентный	0,647
Хром шестивалентный	0,324
Медь двухвалентная	1,186
Цинк	1,22
Хлор	1,324
Кальций	0,748

Электродные потенциалы некоторых элементов

табл. 2

Электродная реакция	Потенциал, В	Электродная реакция	Потенциал, В
$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$	-1,66	$Cu \rightarrow Cu^{2+} + e^-$	+0,345
$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	-0,763	$4OH^- \rightarrow 2H_2O + O_2 + 4e^-$	+0,401
$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	-0,44	$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$	+1,23
$Cd \rightarrow Cd^{2+} + 2e^-$	-0,403	$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$	+1,36
$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$	0,0001	$Cl^- + H_2O \rightarrow HClO + H^+ + 2e^-$	+1,49

статическое [16]. Электрохимически активированные растворы католита, в зависимости от силы пропускаемого тока, могут быть нескольких видов:

□ К — католит щелочной (величина pH > 9, ОВП = 700–820 мВ), активные

компоненты NaOH, O<sub>2</sub>, HO<sub>2</sub><sup>-</sup>, HO<sub>2</sub><sup>\*</sup>, OH<sup>-</sup>, OH<sup>\*</sup>, HO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>;

□ КН — католит нейтральный (pH = 9, ОВП = 300–500 мВ), активные компоненты O<sub>2</sub>, HO<sub>2</sub><sup>-</sup>, HO<sub>2</sub><sup>\*</sup>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>.

При анодной (анолит) электрохимической обработке кислотность воды увеличивается, ОВП возрастает, несколько уменьшается поверхностное натяжение воды, увеличивается электропроводность, возрастает количество растворенного в воде кислорода, хлора, уменьшается концентрация водорода, изменяется структура воды [17].

По внешним признакам данный анолит — коричневатая, кисловатая, с характерным запахом и вкусом жидкость с pH = 4–5 и ОВП = +500...+1100 мВ. По параметрам токсичности анолит при введении в желудок и нанесении на кожу относится к четвертому классу малоопасных веществ по ГОСТ 12.1.007–76 и обладает в данном классе минимальной токсичностью.

При ингаляционном введении анолит с содержанием оксидантов 0,02% и общей минерализацией 0,25–0,35% не оказывает раздражающего действия на органы дыхания и слизистые оболочки глаз. При введении внутрь анолит не оказывает иммунотоксического действия и повышения уровня хромосомных aberrаций в клетках костного мозга и других тканях и не обладает цитогенетической активностью. При нагревании до 50 °С бактерицидная активность анолита увеличивается на 30–100% [18].

### По своим физико-химическим параметрам католит является раствором с заметно усиленными электроно-донорными свойствами

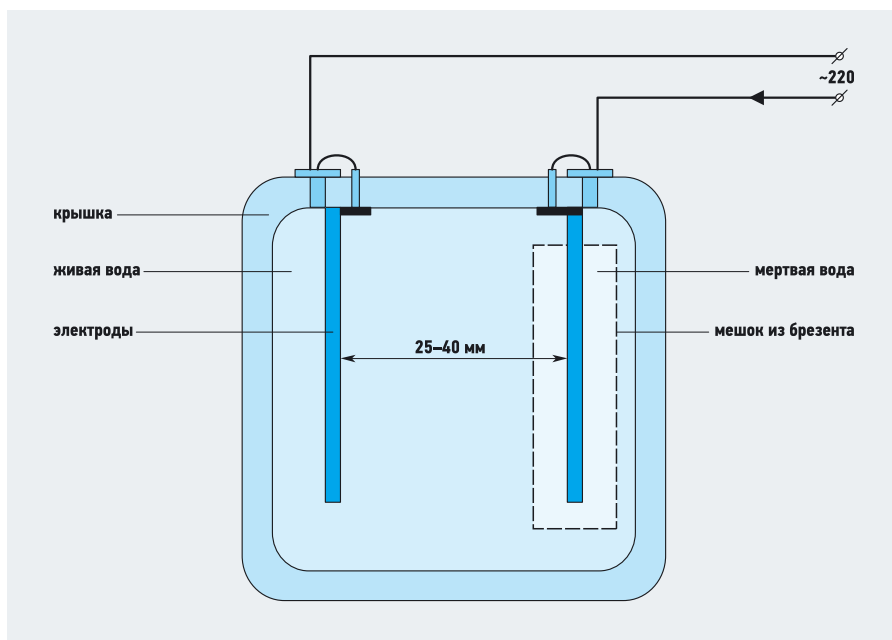


Рис. 3. Схема бытового электролизера для электроактивированных растворов воды



Электрохимически активированные растворы анолита подразделяются на четыре основных типа:

- А — анолит кислотный (величина  $pH < 5$ , ОВП = +800...+1200 мВ), активные компоненты  $HClO$ ,  $Cl_2$ ,  $HCl$ ,  $HO_2^+$ ;
- АН — анолит нейтральный ( $pH = 6$ , ОВП = +600...+900 мВ), активные компоненты  $HClO$ ,  $O_3$ ,  $HO^-$ ,  $HO_2^+$ ;
- АНК — анолит нейтральный (величина  $pH = 7,7$ , ОВП = +250...+800 мВ), активные компоненты  $HClO$ ,  $ClO^-$ ,  $HO_2$ ,  $H_2O_2$ ,  $O_2$ ,  $Cl^-$ ,  $HO^-$ ;
- АНД — анолит нейтральный (величина  $pH = 7,3$ , ОВП = +700...+1100 мВ), активные компоненты  $HClO$ ,  $HClO_2$ ,  $ClO^-$ ,  $ClO_2^+$ ,  $HO_2^+$ ,  $H_2O_2$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $Cl^-$ ,  $HO^-$ ,  $O^+$ .

На основании материалов из сборников II-го и III-го Международных симпозиумов «Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности», а также монографии В.И. Прилуцкого и В.М. Бахира [19] приводятся следующие данные о некоторых свойствах и лечебном действии анолита и католита. Анолит обладает антибактериальным, противовирусным, антимикозным, антиаллергическим, противовоспалительным, противоотечным, противозудным и подсушивающим действием, может оказывать цитотоксическое и антиметаболическое действие, не причиняя вреда клеткам тканей человека. Бицидные вещества в электрохимически активированном анолите, не являются токсичными для соматических клеток, поскольку представлены оксидантами, подобными тем, которые продуцируют клетки высших организмов. Католит обладает антиоксидантными, иммуностимулирующими, детоксицирующими свойствами, нормализует ОВП, метаболические процессы (повышение синтеза АТФ, изменение активности ферментов), стимулирует регенерацию тканей, повышает синтез ДНК и стимулирует рост и деление клеток за счет увеличения массопереноса ионов и молекул через мем-

браны, улучшает трофические процессы и кровообращение в тканях.

Растворы анолитов и католитов находят применение в медицине в качестве антисептиков с целью дезинфекции и стерилизации инструментов, помещений, аппаратуры, предметов ухода, кожи и слизистых и т.д., а также для лечения гнойных ран [20]. Использование смоченных в анолите салфеток позволяет за три-пять дней очистить поверхность ран, флегмонов, абсцессов, трофических язв, гнойно-некротических поражений подложной клетчатки, а последующее наружное применение католита в течение пять-семь дней существенно ускоряет репаративные процессы в тканях. Имеются данные о высокой лечебной эффективности электроактивированных растворов воды при гастритах, язвенной болезни желудка, уретритах, эрозии шейки матки, язвах роговицы, инфекционных заболеваниях кожи, при лечении стоматитов, парадонтитов, а также при сахарном диабете. Одним из положительных свойств электроактивированных растворов воды является их дешевизна (20 руб. за литр) и экологичность.

Электролиз воды находит все более широкое применение во многих отраслях промышленности и в быту, в том числе в водоподготовке и водочистке. Отечественной промышленностью выпускаются бытовые установки для проведения электролиза воды «СТЭЛ», «Эсперо-1», «Гейзер», «Биомед» и др. Электроактивированные растворы католитов и анолитов производятся в бутилированном виде и продаются в аптеках и магазинах. Однако фармакологические исследования электроактивированных растворов воды как лекарственных средств проведены не полностью и их фармакологическое действие и токсичность изучены не достаточно. В России такие исследования проводятся, в основном, на кафедре фармакологии Воронежской медицинской академии.

## Заключение

Электрохимическая обработка воды обладает рядом преимуществ по сравнению с альтернативными механическими, химическими и биологическими методами водообработки и водоочистки. Эти преимущества заключаются в эффективности, устойчивости, контролируемости и удобном автоматическом регулировании процессов, а также простоте конструкции аппаратуры. Установки для электрохимической очистки воды компактны, имеют высокий уровень безотказности, требуют простой эксплуатации

## Электрохимическая обработка воды обладает рядом преимуществ по сравнению с альтернативными механическими, химическими и биологическими методами водообработки и водоочистки

и могут быть полностью автоматизированы. С другой стороны, при электрохимической обработке воды возрастает энергопотребление, а в случае применения растворимых анодов расходуется тонколистовая сталь. Поэтому электрохимическая обработка обычно оказывается более выгодной для установок малой производительности (до 10–20 м<sup>3</sup>/ч). В многоступенчатых схемах улучшения качества воды электрохимическая обработка может удобно сочетаться с другими методами водоподготовки. ●

12. Бахир В.М. Электрохимическая активация. Ч. 2. — М.: ВНИИИ мед. техники, 1992.
13. Бабцова Н.Ф., Комаров И.Ф. Опыт использования установки СТЭЛ в хирургическом отделении / II Межд. симп. «Электрохимическая активация», Ч. 1. — М., 1999.
14. Леонов Б.И., Прилуцкий В.И., Бахир В.М. Физико-химические аспекты биологического действия электрохимически активированной воды. — М.: ВНИИ-ИМТ, 1999.
15. Бахир В.М. Теоретические аспекты электрохимической активации / II Межд. симп. «Электрохимическая активация». Ч. 1. — М., 1999.
16. Торопков В.В., Альтшуль Э.Б., Торопкова Е.В. Токсикологическая характеристика препарата католит / III Межд. симп. «Электрохимическая активация». — М., 2001.
17. Леонов Б.И., Бахир В.М., Втораков В.И. Электрохимическая активация в практической медицине / II Межд. симп. «Электрохимическая активация», Ч. 1. — М., 1999.
18. Торопков В.В. Альтшуль Э.Б., Пересыпкин О.И. Фармакологическая эффективность действия анолитов АН и АНК на слизистые оболочки ротовой полости // Тез., докл. и сообщ. Ч. 1. — М., 1999.
19. Прилуцкий В.И., Бахир В.М. Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия. — М.: ВНИИИМТ, 1997.
20. Паничева С.А. Новые технологии дезинфекции и стерилизации сложных изделий медицинского назначения. — М.: ВНИИИМТ, 1998.

## Строительство в фокусе

Одним из первых объектов столицы, имеющих насосы KSB в основе своей инженерной сети, стал торгово-развлекательный комплекс «Метрополис». Это крупный объект, расположенный на Ленинградском шоссе площадью 240 тыс. м<sup>2</sup>, в нем расположены 258 магазинов, салонов, ресторанов. Ежедневно комплекс посещает огромное количество людей.

Уже более 140 лет оборудование под маркой KSB работает по всему миру в системах водоснабжения, водоотведения, энергетике, на больших и малых промышленных объектах. В России насосы и арматура KSB хорошо известны, и многие годы эксплуатируются в различных отраслях. Однако, несмотря на успех и растущую известность бренда, российские строители совершенно незаслуженно отводят KSB вторые роли. В большей степени причиной тому недостаточная известность бренда в строительной среде и консервативность проектировщиков, применяющих уже зарекомендовавшее себя оборудование. Зарубежные девелоперы, работающие в России, напротив, широко применяют оборудование KSB на своих объектах. Консерватизм и доверие проверенному поставщику играют при этом не последнюю роль, ведь и бренд и качество ведущего немецкого производителя насосов известны им с лучшей стороны уже 140 лет.

Одним из крупнейших объектов московской коммерческой недвижимости, при строительстве которого при-

менялся зарубежный опыт, является ТРЦ «Метрополис». Комплекс был открыт в начале 2009 года, и расположен на Ленинградском шоссе, общая площадь здания 240 тыс. квадратных метров, в нем находится 258 магазинов, салонов, ресторанов. Ежедневно «Метрополис» посетит огромное количество людей, поэтому создание комфортной среды в огромном здании — очень важная и непростая для инженера задача. Практически на всех участках инженерных сетей «Метрополиса» установлены насосы KSB. В системе отопления циркуляцию осуществляют сдвоенные насосы с удобной и экономичной установкой типа «в линию» RIO Z и Etaline Z. Водоснабжение регулируется установками повышения давления Nuamat. Циркуляцию горячей воды обеспечивают насосы Etabloc с частотным преобразователем. В системе канализации установлены насосы Amarex N и Ama-Porter с системой автоматики. Система пожаротушения оснащена насосами Etanorm, обеспечивающими работу спринклерных систем. Подпитка осуществляется при помощи насосов Movitex.







Фото компании KSB

❖ Насос KSB Etaline R. Технические характеристики таких насосов позволяют им решать задачи по обеспечению необходимого напора и давления в отопительном контуре «Лосиног острова»

В комплексных системах вентиляции и кондиционирования используются насосы Etabloc. Большая часть этих насосов оснащена частотным преобразователями PumpDrive, которые регулируют режимы работы насосов. PumpDrive позволяет обеспечить эффективную работу всей гидравлической системы комплекса, исключая при этом избыточное энергопотребление.

В 2009 году был сдан еще один важный в архитектурном отношении столичный объект — многофункциональный деловой комплекс «Белая площадь» — ультрасовременный бизнес-центр, построенный в историческом районе Москвы. Все инженерные системы комплекса полностью оснащены насосами KSB. Насосы Etaline и Etaline PD поддерживают работу систем отопления и кондиционирования. Системы отопления также дополнительно оснащены циркуляционным насосом с мокрым ротором RIO. В системах пожаротушения хорошо себя зарекомендовали стандартные насосы Etanorm. В водоснабжении — установки повышения давления Nuamat, для дренажных стоков — погружные насосы Amarex KRT.

Интересное решение по подаче горячей воды в системе отопления было реализовано на основе насосов KSB в многоэтажном жилом комплексе «Лосиный остров». Особенностью проекта является этажность корпусов комплекса, которая варьируется в пределах 21–31. Поэтому оптимальным решением задачи стала установка двух вертикальных моноблочных насосов Etaline-R. Технические характеристики таких насосов позволяют им решать задачи по обеспечению необходимого напора и давления в отопительном контуре «Лосиног острова». Максимальная мощность двигателя

составляет 315 кВт. Максимальная подача — 1900 м<sup>3</sup>/ч, предельный напор насоса — 97 м. Корпус Etaline-R из чугуна с шаровидным графитом и торцовые уплотнения рассчитаны на рабочие давления до 25 бар. Максимальная рабочая температура 140 °С.

Также в комплект поставки вошли две трехнасосные и две четырехнасосные установки Nuamat, одна из которых рассчитана на номинальное давление 25 бар. Установки позволяют регулировать давление в системе, подстраиваясь под суточные или сезонные изменения потребности. На объекте были установлены и популярные насосы для систем

отопления Etaline, а также насосы высокого давления Movitec. Все оборудование KSB оснащено датчиками перепада давления и укомплектовано частотными преобразователями PumpDrive. Это позволяет обеспечить эффективную работу всей гидравлической системы комплекса, исключая избыточное энергопотребление и позволяя реализовать экономическую и экологическую составляющие проекта.

Применение насосного оборудования в инженерных системах зданий и сооружений является современным экономичным решением, как при новом строительстве, так и при реконструкции объектов. Оборудование, выпускаемое концерном KSB, позволяет обеспечивать оптимальные режимы работы инженерных сооружений любой производительности. Оборудование KSB адаптировано к работе в российских условиях, фирменные решения в области автоматизации позволяют решать сложные задачи с минимальными временными и материальными затратами. ●

**Оборудование KSB оснащено датчиками перепада давления и укомплектовано частотными преобразователями PumpDrive, что обеспечивает эффективную работу всей гидравлической системы комплекса**



Фото компании KSB



## Современные дренажные решения

Дренаж — это система подземных каналов, называемых «дренами», посредством которых осуществляется отвод от строительных сооружений грунтовой воды и понижение ее уровня, а также осушение земель под выращивание сельскохозяйственной продукции.

Вода из дренажной сети выводится за пределы осушаемой территории в водоприемник. Итак, дрена — это искусственный водоток в почве для сбора и отвода грунтовых вод (как правило — подземный). Системы дренажа используются в сельском и лесном хозяйстве, а также при организации ландшафтов.

Фундамент любых строительных сооружений даже на небольшой глубине в 1,5–2 м подвергается воздействию грунтовых вод. В состав грунтовых вод входят компоненты, обладающие разрушающими свойствами. Чаще всего даже внутренняя и внешняя гидроизоляция и сооружение опорных стенок не защищают в этой ситуации. Для точной оценки о необходимости дренажа на конкретном участке необходимо проводить гидрогеологические изыскания.

Для оценки ситуации изыскания обычно проводится на глубину 3–4 м. Кроме изучения состава грунтов необходима высотная и плановая топографические съемки, планирование месторасположения всех сооружений, с учетом того, что часть земли будет отдана под зеленые насаждения, пруд или бассейн. В лучшем варианте данные вопросы должны решаться совместно архитектором, гидрологом, геодезистом и ботаником. Такой комплексный подход к решению проблемы дренажа дает положительный результат в определении мер по защите плодородного слоя почвы и сооружений.

Существуют два основных подхода к сооружению дренажных систем. Во-первых — поверхностный способ, основу которого составляет планировка территории с включением работ по созданию уклонов от зданий, устройству водосточной сети с нагорными канавами для перехвата воды, котлованами и траншеями; а во-вторых — глубинный отвод грунтовых вод непосредственно из зоны расположения сооружений с применением специальных труб и материалов.

На современных дачных и коттеджных участках в основном устраивается

закрытый дренаж, который не нарушает облика территории и позволяет использовать почву над дренажными системами для посадки растений или устройства газонов.

Устройство простого варианта дренажа для современного коттеджа и близлежащей территории заключается в подготовке специальных траншей, в которые засыпается слой песка, затем слой щебня, на который устанавливаются дрены. Верхняя часть покрывается засыпкой — слоем щебня, а затем песка. Наружная часть обкладывается дерном. Последовательность слоев существенна потому, что к воде должен быть обращен не щебень, а песок.

### Дренажные трубы бывают асбестоцементные, бетонные, керамические и пластиковые

Подушка из песка и щебня на дне траншеи играет роль фильтра-амортизатора и позволяет соблюдать уклон для самотека воды. Засыпка щебнем и песком (одеяло) — это фильтрующий слой и защита дрены от механических повреждений. Кроме того, не без участия данного фильтрующего слоя и происходит ускоренный отвод воды. Назначение фильтра — пропустить воду и предотвратить попадание в дренаж мелких частиц грунта. В противном случае дренажные отверстия быстро забьются, и систему придется чистить.

В большую дренаж-коллектор с двух сторон подводится сеть таких дрен-собирающих в форме елочки. Грунтовая вода поступает в дрены через отверстия и самотеком уходит в магистральный коллектор, в свою очередь отводящий сток в ливневую канализацию или придорожный кювет. В случае, когда места сброса воды находятся выше уровня участка, необходим дренажный колодец, из которого вода удаляется при помощи насоса.



www.worldwallpaperfree.com

Каменный дренаж — это вариант закрытой полости из камня, а щебневый дренаж — фактически простая засыпка щебня, образующая полости при засыпке сама собой. С появлением труб время таких примитивных дренажных систем прошло. Самая современная и долговечная конструкция состоит из труб (асбестоцементных с пропилами или пластиковых с перфорацией) для водоотвода, а также из песка и щебня, уложенных послойно — для фильтрации и водосбора.

Вместе с дренажными работами целесообразно осуществлять монтаж инженерных сетей, начиная от оборудования септиков (для бытовой канализации) и скважины (колодца) и заканчивая трассированием электрических кабелей к местам подключения уличных светильников.

Часто бывает так, что дом строит одна фирма, бассейн ставит другая, а дренаж делает третья. Каждое новое вмешательство в подземную среду (утрамбовка грунта, строительство, транспорт) приводит к изменению гидрогеологической ситуации, и дренажная система в итоге оказывается неэффективной.

Наиболее технически грамотное решение — это глубинный отвод, который проводится для предупреждения подтопления фундаментов, подвалов зданий и других подземных сооружений. Уровень грунтовых вод должен быть ниже оснований подземных сооружений не менее чем на 50 см. По расположению труб дренажные системы бывают однолинейные, двухлинейные, контурные и площадные. Наиболее распространена контурная система: дренажные трубы располагающиеся по контуру защищаемого участка. В такую систему входят смотровые колодцы и сооружения для сброса воды.

Основа дренажной системы — труба с отверстиями для приема воды (круг-

лыми или щелевыми), вокруг которой насыпается фильтр из песка и гравия. Диаметр труб зависит от нагрузки (гидрогеологических условий) и определяется гидравлическим расчетом. Дренажные трубы бывают асбестоцементные, бетонные, керамические и пластиковые со стандартным размером от 150 до 200 мм в диаметре, причем для пластиковых могут иметь место и более крупные габариты. Водоприемные отверстия в дренажных трубах должны быть такими, чтобы через них не проникал внутрь обсыпочный материал. Для щелевых отверстий — от 3 до 7 мм с расстоянием между ними 50–70 см, для круглых —

от 5 до 15 мм. Общая площадь круглых отверстий может составлять 0,5% от всей площади поверхности трубы.

Водоприемные отверстия располагаются по бокам. В керамических и бетонных трубах с этой целью используются зазоры в стыках. Для антизаиливания их обкладывают геотекстилем, мхом или войлоком.

Глубина заложения дренажа определяется параметром необходимого уровня снижения грунтовых вод, системой и типом дренажа, конкретными гидрогеологическими условиям данной местности и глубиной промерзания грунта. Часто достаточно только поверхностного отвода, правильного подбора гидроизоляции и грамотного применения ее при обработке фундаментов. Изоляция используется также при герметизации стыков, швов соединений самих труб и колодцев.

Укладка дренажных труб производится с небольшим уклоном: для песчаного грунта 0,0003, для глинистого — 0,002. Контурные дренажные системы располагают вблизи наружных сторон фундамента здания. Площадные используют для защиты участка. Фильтр, которым обсыпают дренажные трубы, это своеобразный «слоеный пирог» из гравия, песка и щебня. Как правило используется мелкий гравий и особо мелкий, песок крупный и средний, щебень мелкий и особо мелкий. Размер фильтрующих частиц должен превосходить размер частиц грунта более чем в 10 раз.

Специальные смотровые колодцы монтируются для наблюдения за работой дренажа и очистки дренажных линий.

**Одними из самых крупных в мире производителей дренажных систем являются компании Upronog и Wavin**



www.worldwallpaperfree.com

Расположение таких колодцев совпадает с точками изменения диаметра, уклона и направления дренажных труб. Обычно колодцы бывают сборными из бетонных (железобетонных) или пластиковых элементов. Дно колодца надежно гидроизолируется.

Сброс отобранной воды происходит в водоприемник. Если поблизости нет естественного водоприемника, то строится поглощательный колодец. При необходимости вода откачивается насосом, что серьезно усложняет техническую часть системы.

Появление полимерных труб (полиэтиленовых, поливинилхлоридных и полипропиленовых) радикально изменило ситуацию с дренажными системами. Пластмассовые трубы нового поколения обладают рядом преимуществ. Они легкие, прочные, жесткие и гибкие одновременно. Специально разработанные конструкции труб для дренажа позволили добиться удачного сочетания этих свойств, во многом противоположных.

Дренажные полимерные трубы должны быть, во-первых, перфорированы, то есть на всей поверхности в необходимом количестве проделаны отверстия для эффективного попадания грунтовых вод и гибкости в продольном направлении, во-вторых — гофрированы. Ребра жесткости позволяют тонкостенным трубам иметь по всей длине приличный запас прочности в поперечном сечении и выдерживать нагрузки на глубине до 8–10 м, оставаясь при этом легкими.

Их удобно перевозить (в бухтах по 50 и 100 м), укладывать под любым углом и соединять с помощью фитингов, но

главное, что они долговечны и прекрасно функционируют под землей в течение 50 лет. Вот почему в дренажных работах полимерные трубы незаменимы. Они применяются, можно сказать, в 90% из ста случаев. За ними будущее. Дренажные трубы из пластмасс выпускаются наружным диаметром от 50 до 200 мм.

### Дренажные трубы из пластмасс выпускаются наружным диаметром от 50 до 200 мм

В дренажных работах используется лишь гранитный щебень или чистый гравий. Известковый щебень и песчано-гравийная смесь непригодны. Под действием воды они забивают пустоты грунта и отверстия труб, возникает обратный отрицательный эффект.

Качество почв, преимущественно тяжелых, требует особого внимания к качеству фильтрации. Для этого, кроме «голых» дрен, выпускаются трубы, обернутые прочным фильтрующим материалом. Это геотекстиль и кокосовое волокно. Они не подвержены гниению. Их предшественниками были стеклоткань и натуральное волокно кокосов.

Для каждого типа осушаемых земель предназначен определенный вид фильтра. Трубы без фильтра можно укладывать там, где полностью отсутствует опасность засорения отверстий песком и илом. Фильтры из геотекстиля применяются в песчаных, супесчаных и торфяных почвах. В суглинки и глины большей

частью укладываются дрены с фильтром из кокосового волокна. Наличие фильтра предохраняет систему от заиливания и способствует беспрепятственному прохождению грунтовых вод внутрь трубы. Следует отметить, что геотекстиль можно применять независимо от дренажных труб для защиты дренажного слоя от загрязнения и заиливания. Являясь прекрасным фильтром, геотекстиль поддерживает высокие фильтрующие свойства щебня и песка, оберегая тем самым сеть от преждевременного выхода из строя.

Геотекстиль позволяет устроить «мягкий» дренаж, очень простой по организации — понадобится дополнительный гидроизолирующий материал типа тектона. Система мягкого дренажа устраивается следующим образом. Выкапывается дренажная траншея с уклоном, на ее дно укладывается тектон в виде «корыта». Затем в траншею выстилается геотекстиль, причем так, чтобы были покрыты дно и стенки. Потом насыпается слой щебня объемом порядка двух третей от глубины траншеи. После этого щебень заворачивается геотекстилем внахлест. Насыпается слой песка и укладывается дерн вровень с поверхностью.

Механизм работы: тектон не дает воде скапливаться в грунте, отводя ее за пределы участка. Геотекстиль же нужен для того, чтобы щебень (фильтрующий слой) не забивался частичками грунта и длительное время сохранял свои свойства.

Избыток воды должен легко попадать в дренажные трубы, а вода легче проходит через песок или опилки, поэтому эти материалы часто используют в качестве фильтра. Множество мелких отверстий быстрее пропускают воду, причем через них в трубу не попадают ил и песок, которые бы с течением времени могли бы засорить трубу (как это часто бывает с трубами, имеющими большие отверстия). Однако пропускная способность трубы зависит не только от густоты отверстий. Ее можно усовершенствовать, обвязав трубы фильтрами из синтетических или натуральных материалов. Такие фильтры также предохраняют трубы от заиливания.

Размеры труб и расстояние между ними, выдерживаемое при укладке, определяются количеством воды, которое требуется отводить в единицу времени. Важным моментом является правильная засыпка труб после их укладки. Благодаря этому не только обеспечивается закрепление труб в земле, но и облегчается просачивание воды в трубы, причем ил задерживается, не доходя до труб. ●



**Пресс-технология Viega.**  
Быстрый монтаж с гарантией  
надежности на длительный срок.



На правах рекламы.

**Viega. Всегда свежие идеи!**

Дополнительная информация и технические консультации: тел./факс: (495) 961 02 67 · info-mos@viega.ru · www.viega.ru



Приглашаем посетить стенд  
Viega GmbH & Co. KG  
на выставке Aqua-Therm Moscow 2013  
с 5 по 8 февраля 2013 г.  
Павильон №3, зал 13, стенд №13A407





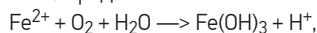
www.worldwallpaperfree.com

# Обезжелезивание воды на катализаторе

Шесть поколений сменилось после ввода в действие первой станции для промышленного обезжелезивания артезианской воды, а в задаче обезжелезивания подземных вод все еще не видно надежного решения. Первый промышленный способ очистки воды от железа состоял в фильтрации аэрированной воды через кварцевый песок. Этим способом и сегодня можно получить чистую питьевую воду, но можно и не получить. Со временем технические решения все более усложняются при неизменной простоте идеологии очистки воды от природного железа.

## 1. Проблема, существующая полтора века

Идеология обезжелезивания аэрированной воды состоит в том, что ионы  $Fe^{2+}$  в воде можно количественно окислить растворенным кислородом по схеме:



а частицы взвеси  $Fe(OH)_3$  отфильтровать. Это уравнение школьник напишет и коэффициенты расставит. Тем не менее, качество обезжелезивания аэрированной воды через окисление  $Fe^{2+}$  и механическую фильтрацию от полученной взвеси  $Fe(OH)_3$  не всегда соответствует нормам технической документации. Проблема в очистке воды по этой схеме начинается там, где вода содержит свободную углекислоту. Свободная углекислота в подземных водах участвует в растворении двухвалентного железа и защищает его от быстрого окисления растворенным кислородом.

Свободная углекислота удаляется из воды только с повышением значения  $pH$  до 8,3–8,5, однако упрощенной аэрацией невозможно повысить значение  $pH$ , например, от 4,7 хотя бы до значения 7,5. По этой причине вода поступает на фильтрацию с наличием свободной углекислоты и двухвалентного железа. Вода с  $Fe^{2+}$ , но без углекислоты, — это редкость.

Пока установки, работая в штатном режиме, вырабатывают «плохую» воду, нельзя считать технологию отработанной. Сбой технологии происходит при том, что все физико-химические основы процессов и «химизм» участвующих в них веществ давно раскрыты с исчерпывающей для инженера полнотой. В действительности имеется проблема толкования, когда реалии каталитического обезжелезивания трактуются в понятиях окисления ионов  $Fe^{2+}$  по упрощенной схеме и фильтрации воды от взвешенных частиц  $Fe(OH)_3$ . Решение находится на стыке ряда химических дисциплин, отсюда особая сложность проблемы. На самом деле, существуют надежно и стабильно работающие промышленные установки для каталитического обезжелезивания аэрированной воды, дающие не только превосходную очистку от железа, но и очистку от ряда других примесей — от молекулярно-растворенных до взвешенных.

Если не «зацикливаться» только на технологии обезжелезивания мехфильтрацией воды от взвешенной гидроокиси железа, то при некоторой коррекции технологии получаются неизменно хорошие результаты на «плохой» воде. В условиях эксплуатации более важны параметры фильтрации, нежели способ аэрации или снижение значения  $pH$  воды. Пример из личного опыта: наилучший результат, полученный на пуске установки для обезжелезивания воды производства Тюменского завода БКУ: после фильтра содержание железа 0,022 мг/л; в пробе из скважины содержание железа 12,5 мг/л;  $pH = 4,7$ ; аэрация воды напорным изливом в аэрационную емкость; загрузка — кварцевый песок фракции 1,5–2,5 мм; скорость фильтрования более 20 м/ч. Чтобы свести теорию с практикой, следует рассмотреть предмет подробнее.

**Отметим, что качество обезжелезивания аэрированной воды через окисление  $Fe^{2+}$  и механическую фильтрацию от полученной взвеси  $Fe(OH)_3$  не всегда соответствует нормам технической документации**

## 2. Осадок

Считается, что осадок в обезжелезивающем фильтре состоит из гидроокиси железа. И это правда, но только в случае окисления  $Fe^{2+}$  с объемной коагуляцией. При образовании осадка  $Fe(OH)_3$  на активированной поверхности имеет место непредсказуемый эффект. Он состоит в частичном обессоливании воды. Широко простирает химия руки своя. Интрига состоит в том, что некоторая непостоянная доля растворенных веществ входит в осадок в момент осаждения железа, а после прекращения осаждения часть их возвращается из осадка в воду.

Состав осадка легко оценить по разности показателей воды. Пример из опыта эксплуатации промышленной станции обезжелезивания (2001 год, Западная Сибирь): исходное содержание общего железа 5,38 мг/л, конечное — 0,49 мг/л, в осадок ушло 0,26 мг-экв/л

Автор: Д.Ф. ЯНЧЕНКО, инженер-наладчик

по  $Fe^{(III)}$ ; жесткость воды после фильтрации понизилась на 2,0 мг-экв/л, с 2,7 до 0,7 мг-экв/л. Соотношение железа и жесткости в осадке составило 1:7,6 (жесткости удалалось в 7,6 раза больше, чем при ионном обмене). Таким образом, железа в осадке менее 11,6%, остальное — соли жесткости, аммоний, марганец, тяжелые металлы, коллоидные и взвешенные вещества, а также гуматы, бактерии и токсичные примеси, если они имеются. Скорость фильтрации составила 12 м/ч. Содержание железа выше ПДК для питьевой воды из-за низкой скорости фильтрации, но об этом потом.

Чтобы гидроокись железа могла удерживать более чем семикратно превосходящее по общей численности количество солей, отложения изнутри должна «сковать» сила более мощная, чем осмотическое давление концентрата этих солей. Химическая фиксация солей исключена, в противном случае процесс шел бы на хлопьях  $Fe(OH)_3$  при обычной объемной коагуляции. Ясно, что эффект обессоливания сопряжен с поведением гидроокиси железа в осадке.

### 3. Осаждение гидроокиси железа

Судьба ионов  $Fe^{2+}$  при окислении растворенным кислородом на каталитически-активной поверхности намного сложнее, чем при окислении в объеме воды. Продукты окисления  $Fe^{2+}$  на такой поверхности — это не рыхлые нежные хлопья. Это — вязкая черная или коричневая глиноподобная масса, обволакивающая поверхность каждого зерна в рабочем слое загрузки сплошным плотным слоем и склеивающая их в единый пористый конгломерат — «козел».

Осаждение  $Fe(OH)_3$  начинается с окисления ионов  $Fe^{2+}$  растворенным кислородом. При обезжелезивании с объемной коагуля-

### Чтобы гидроокись железа могла удерживать превосходящее по численности количество солей, отложения изнутри должна «сковать» сила более мощная, чем осмотическое давление концентрата этих солей

цией, молекулы  $Fe(OH)_3$  на просторе формируют рыхлые хлопья, рост их ограничен только количеством молекул  $Fe(OH)_3$  вблизи зародышей будущих хлопьев. Напротив, при каталитическом обезжелезивании  $Fe^{2+}$  непрерывно доставляется к неподвижному осадку с потоком воды и осадок на растает неограниченно. «Химизм» образования  $Fe(OH)_3$  един, различия в том, что на поверхности осадка из-за тесной упаковки каталитически-активных точек роста образуются не пушистые хлопья, а сплошная студенистая масса.

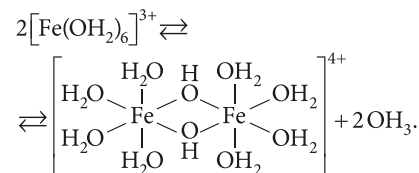
Процесс начинается с адсорбции иона  $Fe^{2+}$  на активном центре, на нем  $Fe^{2+}$  окисляется до гидроксокомплекса железа  $[Fe(OH)_2]^{3+}$ . Комплекс  $[Fe(OH)_2]^{3+}$  в силу большей зарядности остается на точке возникновения, наращивая «сэндвич». Очевидно, следующий акт окисления произойдет именно на этом молодом самом активном центре. Так обновляются каталитически-активные центры по всей поверхности, доступной потоку воды с  $Fe^{2+}$ , и они же одновременно служат центрами «автоэпитаксиального» роста фазы  $Fe^{(III)}$ . Активированная поверхность плотно усеяна такими точками роста. До того времени, пока поверхность зерен целиком не покроется молодыми активными центрами, отложения в фильтре не станут высокоактивными.

Применяя термин «осаждение» для каталитического обезжелезивания, надо понимать его как «наращивание», так как тер-

мин «осадок» соответствует понятию «отстой», а «отстоя» здесь нет.

Свежеосажденная гидроокись железа (III) весьма реакционноспособна. Тесно контактируя между собой с момента рождения, смежные комплексы  $[Fe(OH)_2]^{3+}$  совместно подвергаются дегидратации.

Начальная стадия описана в учебнике химии следующим уравнением:



Щелочность воды нейтрализует катионы гидроксония  $OH_3^+$  и равновесие смещается вправо. Именно для этого в воде в зоне реакции должна быть достаточная щелочность. В процессе поликонденсации образуются полимерные многоядерные комплексы, их производные создают студенистую массу гидрогеля. При последующей дегидратации гидрогеля происходит его синерезис, гель реструктурируется в стехиометрическую гидроокись, затем в окись. Все эти вещества вместе образуют глинистую массу, плотность ее возрастает в направлении от воды к подложке.

### 4. Активность осадка гидроокиси железа

По внешнему виду фильтра нельзя определить, хорошо или плохо он очищает воду. Могут косвенно помочь показания манометров. Очистка воды — «интимный» процесс. Она идет хорошо на активном осадке. Каталитическая активность осадка гидроокиси железа (III) максимальна, когда структура активного центра катализатора и структура окисляющегося на нем комплекса  $Fe^{2+}$  совпадают или близки (тогда облегчается окисление  $Fe^{2+}$ ). Максимальное структурное совпадение имеет место на молодом осадке. Однако студенистый гель гидроокиси железа (III) очень склонен к реструктуризации, и чем он старше, тем большим становится расхождение структуры активного центра и структуры окисляющегося комплекса  $Fe^{2+}$ , меньше становится каталитическая активность осадка и хуже результат обезжелезивания.

Свежеполученная пленка гидроокиси  $Fe(OH)_3$  имеет высокую каталитическую активность. Если гидроокись старая, то ее каталитическая активность заведомо хуне. Фактор снижения каталитической активности загрузки ведет к ухудшению очистки, а это — минус, так как плохая очистка воды порочит работу эксплуатационника. Высокая каталитическая активность должна обеспечиваться технологией, а конструкция установки должна обеспечивать выполнение всех необходимых технологических операций.

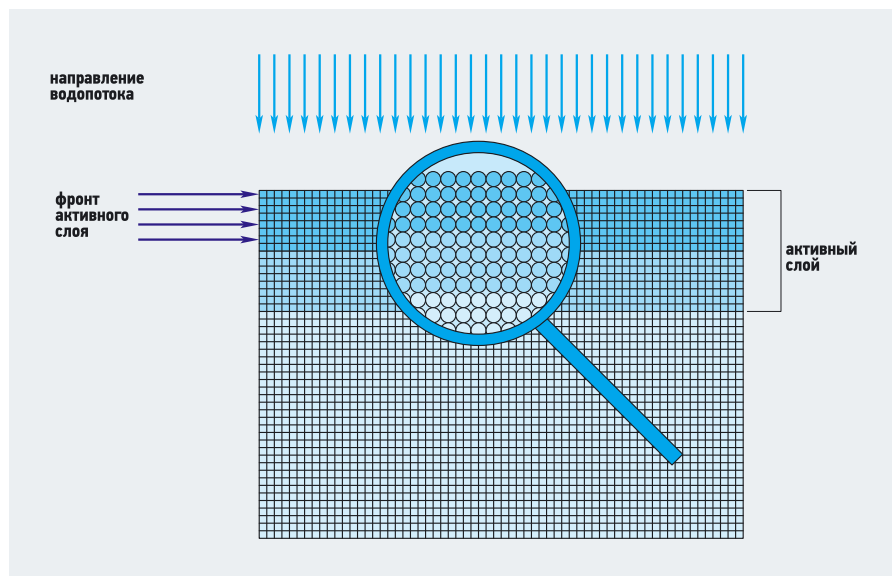


Рис. 1. Распределение отложений по высоте фильтрующей загрузки при низкой скорости фильтрации (кольматация фронта активного слоя)

При эксплуатации установки в порядке вещей случается останавливать фильтрацию, а если надо, то устанавливать низкую скорость фильтрации или же повышать скорость фильтрации. После каждой остановки фильтрации, а также после отмывки загрузки от осадка, активность загрузки существенно снижается, хотя и не обнуляется. Для восстановления каталитической активности загрузки требуется нарабатывать на зернах свежий осадок  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  фильтрацией исходной воды или же осаждают  $\text{MnO}_2$  на зернах загрузки из раствора  $\text{KMnO}_4$ .

Скорость фильтрации определяет наработку очищенной воды. Скорость окисления ионов  $\text{Fe}^{2+}$  в активном слое загрузки весьма высока и  $\text{Fe}^{2+}$  успевает в нем закрепиться, не достигнув нижерасположенных слоев загрузки, что, собственно, и создает эффект обезжелезивания. Чем выше скорость фильтрации воды, тем ниже устанавливается граница активного рабочего слоя в загрузке, тем больше у рабочего слоя вместимость отложений и больше наработка чистой воды за фильтроцикл. Загрузка, расположенная ниже рабочего слоя, в стационарном режиме фильтрации теряет свою активность, так как в натекающей чистой воде отсутствуют ионы  $\text{Fe}^{2+}$ .

Если скорость воды в фильтре недостаточна, к примеру 5–7 м/ч, как указано в СНиП, то активируется относительно тонкий верхний слой загрузки, в нем и оседает гидроокись железа. Кольматация тонкого рабочего слоя загрузки в процессе пропускания уже примерно 0,25 части от должной наработки воды ведет к затруднению его проницаемости. После этого исходная вода начинает обходить ставший малопроницаемым рабочий слой и находит путь к выходу из фильтра через неактивную часть загрузки. В воде после фильтра обнаруживается сверхнормативное железо.

Если в стабилизированном режиме работы установки повысить скорость фильтрации, тогда вода будет находиться в активном слое недостаточное время и начнется проскок железа. Через некоторое время активируется нижний слой загрузки и проскок железа прекратится.

Главное в обезжелезивании — поддерживать высокую каталитическую активность загрузки.

### 5. Частичное обессоливание воды

Свежеосажденные производные  $\text{Fe}^{(III)}$  образуют на поверхности зерен студенистую пленку. Вода, заполнившая поры в пленке, содержит вещества, входящие в состав мицелл  $\text{Fe}^{(III)}$ , и нативные вещества исходной воды. Локальная концентрация ионов в мицеллах выше, чем в объеме воды, поэтому растворенные вещества сконцентрированы в пленке. По существу, состав осадка определяется в основном составом мицелл  $\text{Fe}^{(III)}$ .



Непрерывно нарастающий со стороны воды гидрогель запирает выход растворимых веществ из пленки «на волю». По ходу синерезиса гель усаживается, полимерная матрица геля уплотняется и содержимое в ней запирается по принципу «молекулярного ситования». Молекулы воды, имеющие меньшие, чем гидратированные ионы, размеры, проходят сквозь сито уплотняющейся матрицы в воду, протекающую через загрузку. Процесс напоминает обратный осмос, только перепад давлений воды здесь создает не электрическая мощность насоса, а химическая энергия дегидратации, вызывающая сжатие макромолекул (подобно эффекту фильтрации воды при ручном отжиме мокрой тряпки). Химические связи полимерных молекул очень прочны.

По коллоидным веществам вместимость геля ограничена. Пример из СНиП: коллоидная гидроокись железа  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  удаляется из воды полностью, если содержание  $\text{Fe}^{2+}$  в очищаемой воде составляет не меньше 70% от общего железа, то есть содержание  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  не более 30%.

В условиях эксплуатации бывают отключения фильтра, когда, например, переполняется накопительная емкость. Как только прекращается фильтрация и прерывается доставка ионов  $\text{Fe}^{2+}$  к поверхности зерен, то сразу прекращается наращивание геля и запирающие примесей. С прекращением роста отложений наступает пептизация внешних, молодых студенистых слоев геля. В результате пептизации часть запертых примесей (если у воды низкое соледержание, то и коллоидная  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ) переходит в воду, повышая соледержание (и цветность) воды в фильтре.

### 6. Осветление воды

Общеизвестно, что вода лучше осветляется при низкой скорости фильтрации. Взвешенные вещества, попадая в фильтрующую загрузку, механически притормаживаются в щелевых зазорах между зернами фильтрующей загруз-

ки, но не теряют способности к постепенному перемещению водопотоком все ниже, от зазора к зазору. При высокой скорости фильтрации качество осветления воды крайне низкое. Поэтому, чем меньше будет скорость фильтрации, тем лучше очистка. Согласно нормативам, скорость фильтрации воды при осветлении на кварцевом песке для хозяйственно-питьевых нужд следует принимать 5 м/ч или менее.

Напротив, при каталитическом обезжелезивании дела обстоят по-иному. Нарастающая на зернах пленка геля пока молода — податлива. При обезжелезивании мутной воды частицы взвешенных веществ любых размеров — от крупных до ультрамикроскопических — при своем движении «влипают» в податливый гель в зазорах между зернами и утрачивают возможность десорбции в силу возникающей адгезии. Гель в процессе старения становится все менее податливым, в связи с этим «влипшие» частицы прочнее фиксируются.

Пленка геля на поверхности зерен в процессе обезжелезивания непрерывно нарастает, это усиливает фиксацию задержанных частиц в осадке. Эффективность осветления воды на загрузке с активной поверхности зерен очень высока. Вода, непрозрачная от частиц взвеси, приобретает «водочную» прозрачность за один проход фильтра. Прозрачность воды создает в накопительной емкости оптическую иллюзию ее пустоты.

Поскольку осветление сопряжено с обезжелезиванием, эффект работает при высокой скорости фильтрации (выше обычной в четыре-шесть раз), и это сильный эффект. Высокая скорость фильтрации в режиме обезжелезивания позволяет для осветления мутных вод использовать фильтры как минимум в четыре раза меньшей площади фильтрации, чем для удаления хлопьев  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  на напорных осветлительных фильтрах, тем самым существенно уменьшить затраты на оборудование и помещение.



## 7. Последствия для эксплуатации

Для повышения эффективности обезжелезивания воды в наши дни часто используют инновационные активированные зернистые фильтрующие материалы (типа Birn и пр.). Им придают особые потребительские качества, например, высокую каталитическую активность ( $MnO_2$ ), пористость, антимикробные свойства и пр. Эти особые качества могут проявляться только в воде, не содержащей веществ, блокирующих поверхность, а осажденная гидроокись железа блокирует поверхность непроницаемо. Положительным свойством этих материалов является их высокая стартовая активность в момент первого пуска нового фильтра. Однако это одноразовая повышенная каталитическая активность, она позволяет демонстрировать высокую эффективность работы установки в тонкий момент сдачи ее в эксплуатацию.

После начала фильтрации, на поверхности зерен фильтрующих материалов нарастает слой гидроокиси железа. По мере ожелезнения поверхность зерен инновационных материалов экранируется железистоокисным слоем и уравнивается в свойствах с железистым кварцевым песком. Катализатором в установившемся режиме обезжелезивания воды всегда служат свежеосажденные гидратированные окислы железа, независимо от химического состава зерен носителя. На этом основании, для загрузки вместо инновационных каталитически-активных материалов можно с успехом использовать более дешевые инертные материалы, например кварцевый песок, Filter AG, сульфуголь СК-1. В исходной воде с наличием ионов  $Fe^{2+}$  их зерна ожелезняются уже через первые несколько часов фильтрации и приобретают высокие каталитические свойства. При пуске фильтра на водах с малым содержанием ионов  $Fe^{2+}$ , инертные неактивированные материалы ожелезняются замедленно, и тогда технологически оправданно использование материалов, активированных раствором  $KMnO_4$  или типа Birn, способных к высокоактивному ожелезнению.

При каталитическом обезжелезивании с аэрацией, в процессе естественного нарастания отложений одновременно обрастают все элементы тракта исходной воды: трубопроводы и фитинги обвязки фильтров и насосов, КИПиА, распределительные устройства фильтров и зерна загрузки. Для обеспечения требуемого расхода воды необходимо регулярно зачищать элементы тракта от отложений. Для очистки фильтрующего материала от глинистого слоя на зернах требуется пневмопромывка загрузки и эпизодическая кислотная промывка для эксплуатационной очистки поверхности зерен от застарелой окиси железа или замена зернистой загрузки на новую. Слой ржавчины на зернах увеличивает их в размерах, загрузка может дорости до уровня верхнего распре-

## Чтобы гидроокись железа могла удержать превосходящее по численности количество солей, отложения изнутри должна «сковать» сила более мощная, чем осмотическое давление концентрата этих солей

устройства фильтра и если не промывать загрузку кислотой своевременно, то станет невозможным ее взрыхление.

Управляющие клапаны современных установок для каталитического обезжелезивания воды не обладают необходимыми функциями для их эксплуатационной очистки. Долговременная работа таких установок возможна только при условии: пневмопромывки загрузки после окончания каждого фильтрационного цикла и регламентной периодической кислотной промывки и фильтрующей загрузки, и каналов управляющего клапана либо адаптера. Регулярные работы по зачистке оборудования составляют дополнительные эксплуатационные расходы.

Коагуляция коллоида гидроокиси  $Fe(OH)_3$  с избытка воды идет замедленно в водах с низкой минерализацией около 100 мг/л, и чем выше минерализация, тем легче идет коагуляция. Тем не менее, даже в минерализованных водах для полного завершения коагуляции воду необходимо выдерживать в аэрационной емкости несколько часов, или сутки, или более. Для этого нужна емкость соответствующей вместимости. После выдержки воды, хлопья гидроокиси железа отделяются от воды фильтрацией при низкой скорости 5 м/ч или менее, и чем ниже скорость фильтрации, тем лучше качество очистки. Однако чем меньше скорость фильтрации, тем больше требуемые диаметры фильтров и тем больше площадь под оборудованием, плюс большая емкость для выдержки аэрированной исходной воды — это определяет увеличенную за-

нимаемую площадь и повышенные капитальные вложения. При каталитическом обезжелезивании воды ухудшение качества очистки после остановки работающего фильтра обязательно непрерывно происходящей реструктуризации осадка  $Fe(OH)_3$ . Для поддержания высокой активности осадка и большой грязеемкости зернистой загрузки должны выдерживаться следующие технологические требования: фильтрация воды должна производиться с высокой и постоянной скоростью, в фильтр должна непрерывно подаваться вода с двухвалентным железом, а очищенная вода должна непрерывно отводиться.

Для стабильного обеспечения нормативного качества воды следует учитывать в технологии очистки вышеуказанные особенности каталитического обезжелезивания. Для осуществления корректировки технологии в этом направлении требуется дополнить обвязку установки линией рециркуляции воды (тем, кто ценит документацию, — более подробно в патенте № 2187463).

## 8. Перспективы

Каталитическое обезжелезивание аэрированной воды на напорных фильтрах является экологически наиболее чистым и остается на сегодня наиболее простым аппаратно и наименее затратным, при этом одним из самых надежных методов очистки воды для питья и технических нужд. Данный метод применим для очистки воды, содержащей ионы  $Fe^{2+}$ , и позволяет высокоэффективно очищать воду от природной примеси железа при любых его концентрациях. Каталитическое обезжелезивание аэрированной воды на напорных фильтрах применимо для скоростного осветления высокомутных и окрашенных вод и для частичного обессоливания и умягчения воды. Для улучшения очистки воды, в случае нехватки в ней ионов  $Fe^{2+}$  в воду перед фильтрацией следует дозировать корректирующий раствор соли  $Fe^{2+}$ . ●



## Geberit Pluvia – сифонная система водостока

Для того чтобы наши хижины и дворцы служили нерушимой защитой от погодных неожиданностей, при их строительстве необходимо использовать надежные конструкции. И чем крупнее постройка, чем интереснее ее архитектура, тем больше возникает технических проблем и деталей, и тем сложнее все их предусмотреть.

Погода отличается непредсказуемостью не только касательно прогнозов в целом за год, но и на ближайшие дни. Дождь, как элемент погоды, также отличается большой непредсказуемостью. Никого уже не удивляют катастрофические ливни летом и осенью, и неожиданные засухи летом... Радует то, что все суеверия, связанные с погодой, полностью ушли из нашей жизни, ведь раньше для того, чтобы вызвать дождь, шаман бил в бубен или приносил кровавые жертвы. Сейчас достаточно просто помыть машину... Хотя некоторые автовладельцы легко опровергают это своими редкими визитами на автомойку.

Для того чтобы наши хижины и дворцы служили нерушимой защитой от погодных неожиданностей, при их строительстве необходимо использовать надежные конструкции. И чем крупнее постройка, чем интереснее ее архитектура, тем больше возникает технических проблем и деталей, и тем сложнее все их предусмотреть.

Например, кровля большой площади требует от ливневой системы не только высокую пропускную способность, но и гибкость в трассировке. Желателен также небольшой строительный объем.

Системы ливнестока бывают нескольких видов: наружные, внутренние, открытые и т.д. Ливневая система бывает открытой и закрытой, организованной и неорганизованной. По принципу действия система бывает самотечная и гравитационно-вакуумная. Самотечные системы функционируют за счет уклона труб. При этом поперечное сечение труб заполнено водой частично — в горизонтальных трубах от  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{3}{4}$  полного сечения, а в вертикальных трубах только на  $\frac{1}{3}$  сечения. Давление во всей самотечной системе равно атмосферному.

При использовании таких ливнестоков увеличение ливневой нагрузки компенсируют за счет большего числа приемных воронок, устройства дополнительных стояков и увеличения протяженности трубопроводов, в том числе в основании здания, а также увеличением диаметра приемных труб. Все это неизбежно ведет к усложнению монтажа, возрастанию расхода материалов, необходимости более сложных архитектурных решений.

Стоимость системы ливнестока, как правило, определяется типом системы, используемым материалом, конструкцией кровли, ее площадью, высотными отметками. Выбор типа системы определяется на основе технико-экономического сравнения вариантов.

Система водостока Pluvia (в переводе с лат. «дождь») основана на гравитационно-вакуумном принципе. Благодаря специальной конструкции воронок и точному расчету диаметров труб в стояке, заполненном водой, при движении столба жидкости под действием силы тяжести возникает разрежение,



Фото Geberit

❖ Новая воронка Pluvia для металлических лотков (артикул 359.034.00.1)

максимальное значение которого достигается в верхней точке стояка. Разрежение передается по горизонтальному коллектору до точки входа воды — приемной воронки. Принцип работы системы Pluvia обуславливает все ее преимущества по сравнению с традиционной системой: уменьшение диаметра труб и количества воронок, отсутствие уклона горизонтальных участков водостока и труб в основании здания.

Архитекторы, консультанты и подрядчики выбирают гравитационно-вакуумную систему Geberit Pluvia для самых разнообразных зданий и сооружений (60 тыс. выполненных проектов, «обслуживание» более 120 млн квадратных метров кровли по всему миру).

**Система водостока Pluvia основана на гравитационно-вакуумном принципе. Благодаря специальной конструкции воронок и точному расчету диаметров труб в стояке, заполненном водой, при движении столба жидкости под действием силы тяжести возникает разрежение**

В России каждый год на более чем миллионе квадратных метров кровли устанавливают сифонную систему Geberit Pluvia. Эта система нашла применение при строительстве таких объектов, как торгово-развлекательные комплексы, складские терминалы, спортивные сооружения, в том числе олимпийские, промышленные предприятия, аэропорты в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Волгограде, Нижнем Новгороде, Самаре.

Преимущества сифонной системы Geberit Pluvia по сравнению с традиционной самотечной системой весьма значительны: уменьшение количества воронок, стояков и трубо-

проводов; уменьшение диаметра труб и строительного объема системы; отсутствие уклона горизонтальных трубопроводов, который на больших кровлях может достигать даже нескольких метров; отсутствие трубопроводов в основании здания; уменьшение количества выпусков из здания; высокая самоочищающая способность системы; оптимизация наружных сетей за счет перевода выпусков на одну сторону; возможность предварительного изготовления узлов системы.

Сифонная система Geberit Pluvia состоит из приемных ливневых воронок специальной конструкции, трубопроводов, системы крепежа. Воронки сифонной системы обеспечивают эффективный сбор воды с кровли, предотвращая поступление воздуха внутрь системы.

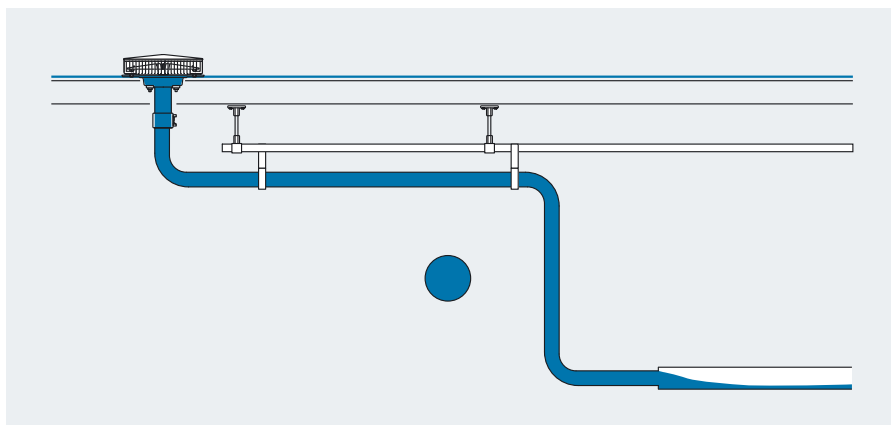
### На систему Geberit Pluvia предоставляется гарантия в 10 лет. Расчетный срок службы составляет 50 лет

Гидравлический расчет сифонной системы ливнестока нацелен на определение диаметров трубопроводов, обеспечивающих наиболее близкое соответствие между имеющимся напором и потерями давления (местными и линейными) на отдельных участках. Для расчета систем сифонного ливнестока компания Geberit создала собственные методы расчета и компьютерную программу Geberit ProPlanner. Расскажем подробнее об элементах системы Geberit Pluvia.

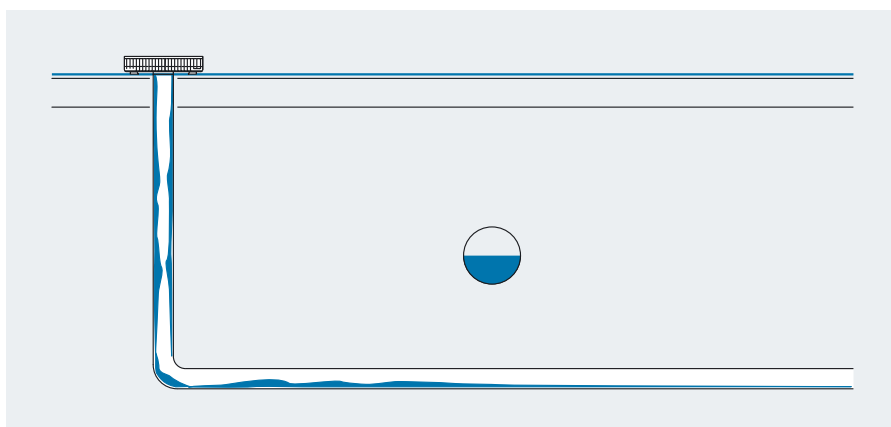
#### Приемные воронки Geberit Pluvia

Компания Geberit разработала воронки с различным расходом для любых географических широт. В Европе и в России применяются воронки с максимальной производительностью 14 и 25 л/с. Для тропических регионов разработаны модификации до 100 л/с. Воронка с универсальным прижимным фланцем для гидроизоляционных мембран, фланцем для металлических лотков, с фартуками для битумных кровель дают возможность установить воронки на любых кровлях. Уникальная конструкция воронок Geberit Pluvia обеспечивает гибкость возможных проектных решений и ускоряет монтаж.

В ответ на растущие потребности рынка в 2012 году компания Geberit выпустила новый продукт — воронку Pluvia в сборе (имеет артикул 359.032.00.1) с фланцем для установки в металлический лоток. С января 2013 года доступна для заказов новая воронка Pluvia для металлических лотков (имеет артикул 359.034.00.1). Наружный диаметр корпуса этой воронки 18 см, максимальный расчетный ее расход 19 л/с. Диаметр патрубка новой воронки 75 мм.



❖ Рис. 1. Трубопроводы сифонной системы Geberit Pluvia полностью заполняются водой



❖ Рис. 2. В самотечных системах поперечное сечение труб заполнено водой частично

Все воронки Geberit могут быть оснащены нагревательным элементом для защиты системы от замерзания в переходный сезон (весна и осень).

#### Трубы и фитинги Geberit ПНД

Стоит отметить и преимущества труб Geberit ПНД, используемых в системе Pluvia. Достоинства этого материала хорошо известны — он обладает высокой механической прочностью, химической инертностью и устойчивостью к воздействию неблагоприятных атмосферных факторов. Срок его службы составляет не менее 50 лет. Благодаря эластичности материала заполненная водой труба ПНД при замерзании растягивается, не разрушаясь, а после оттаивания принимает исходную форму. Трубы ПНД легко сваривать встык, а в труднодоступных местах их удобно соединять при помощи электросварных муфт. Таким образом, система водостока становится полностью герметичной.

#### Система крепежа трубопроводов Geberit Pluvia

Данная система крепежа была специально разработана для горизонтальных участков сифонной системы Pluvia. Усилия, вызванные температурными изменениями труб, передаются на анкерные опоры и далее на стальной квадратный профиль (шину), кото-

рый и компенсирует возникающие механические нагрузки. Преимущества системы крепежа Geberit Pluvia следующие: быстрый монтаж, меньше точек крепления к кровле, контроль температурных расширений, жесткая заделка, возможна предварительная сборка отдельных узлов, использования универсального кронштейна для скользящей и анкерной опоры.

#### Компьютерная программа Geberit ProPlanner Pluvia

Для расчета используется программный продукт, разработанный компанией Geberit — ProPlanner Pluvia. Эта программа позволяет автоматически рассчитать диаметры всех трубопроводов так, чтобы вода со всех участков кровли, даже расположенных на разных уровнях, отводилась одновременно, и не возникало подсоса воздуха через воронки. Программа выдает как изометрические чертежи стояков, так и гидравлический расчет системы с полной спецификацией материалов необходимых для монтажа.

На систему Geberit Pluvia предоставляется гарантия в 10 лет. Расчетный срок службы составляет 50 лет. Компания-производитель проводит консультации проектировщиков и монтажников, осуществляет техническую поддержку по проектированию и монтажу системы Geberit Pluvia. ●



www.worldwallpaperfree.com

## Взгляд изнутри

Многие типичные проблемы городского коммунального хозяйства и внутридомовых трубопроводных сетей сейчас решаются при помощи портативных устройств для видеодиагностики. Визуальный контроль позволяет быстро обнаружить засоры, трещины, проломы, коррозию и другие дефекты, препятствующие нормальной работе подземных коммуникаций.

Наиболее востребованы такие высокотехнологичные приборы для обследования канализационных, сточных и дренажных систем. Их самые распространенные проблемы — это «изломы» на стыках из-за подвижек грунта и посторонние предметы, которые снижают пропускную способность трубопроводов и провоцируют накопление осадков и возникновение засоров.

Также видеоскопия применяется для исследования состояния внутренних поверхностей напорных трубопроводов разного назначения — от городских теплосетей до промышленных предприятий и нефтегазовых транспортных систем.

Незаменим этот метод и для быстрого анализа проблем, возникающих при эксплуатации водозаборных и артезианских скважин. Попадание посторонних предметов, застревание или обрыв погружного насоса, уменьшение водоотдачи — во всех этих случаях видеоскопия дает возможность быстро установить истинные причины неисправности и наметить оптимальные способы их устранения.

Еще одна область применения систем видеодиагностики — контроль правильного монтажа трубопроводных систем новых объектов, принимаемых заказчиками в эксплуатацию, или же качества ремонтных работ. Заказчиками такого исследования могут быть также потенциальные покупатели предприятия, желающие составить полное впечатление о состоянии трубопроводного хозяйства (которое, например, на химическом производстве может составлять до 40–50% стоимости всего оборудования), а также страховые компании — для оценки рисков при страховании объекта, равно как и в целях экспертизы страхового случая. Для нашей страны по-прежнему актуально и еще одно применение данного метода — выявление несанкционированных подключений к трубам.

*«У любых коммуникаций могут быть хорошие и плохие хозяева. Последние начинают действовать, когда ситуация*

*стала аварийной, а хорошие же хозяева проводят периодическую профилактику для гарантированной работы системы трубопроводов, — считает Анатолий Иванов, менеджер по заказам компании «Гидроджет-сервис», специализирующейся на прочистке и обслуживании инженерных коммуникаций. — Именно добросовестные хозяева наиболее часто пользуются услугами видеодиагностики, так как предпочитают знать все о состоянии своих труб и предупреждать возникновение проблем».*

**Видеоскопия наиболее востребована для обследования как канализационных, так и сточных, дренажных систем. Обычные проблемы — это «изломы» на стыках и посторонние предметы**

### Что в арсенале?

Видеоскопия внутренних поверхностей трубопроводов уже перестает быть диковинкой в нашей стране. Так, в последние годы городские водоканалы все чаще требуют проводить видеодиагностику канализационной или водопроводной сети перед подключением (врезкой) коммерческих и жилых объектов.

Многие компании, занимающиеся обслуживанием, прочисткой и ремонтом трубопроводных коммуникаций, стремятся расширить парк техники за счет оборудования для видеоскопии. Более того, такие приборы уже становятся доступны и для продвинутых владельцев частных домов с развитой системой коммуникаций. И, разумеется, у специалистов и потенциальных покупателей возникает вопрос — какое именно оборудование будет отвечать их потребностям?

Современные системы видеодиагностики условно делятся на два больших класса: проталкиваемые и роботизированные самоходные комплексы.

Проталкиваемые устройства используются при малых диаметрах трубопроводов — от 25 до 300 мм. Видеоголовка таких приборов размещена на полужестком прутке, по которому и передается сигнал. К материалу кабеля-прутка предъявляются два противоречивых требования: достаточная для проталкивания жесткость и при этом гибкость — для прохождения прямых углов. Этот элемент должен выдерживать и многократные сильные механические воздействия, такие как сжатие-растяжение и изгибание-разгибание. Особые требования по прочности предъявляются и к видеоголовке, которая в процессе проталкивания принимает на себе всю силу удара. Проталкиваемые системы не имеют ограничений по величине уклона трубы и могут работать на любых участках — горизонтальных, вертикальных, в условиях переменных диаметров и угловых переходов.

Второй тип данных инспекционных устройств — это роботизированные комплексы видеодиагностики или «роботы». Они рассчитаны на самостоятельное передвижение в трубах среднего и большого диаметра (от 90–200 и до 1800 мм). Это гораздо более дорогое и сложное в эксплуатации оборудование. Видеокамера монтируется на колесной самоходной платформе, которой по кабелю с пульта управляет оператор. Такое решение удобно для обследования участков с малым уклоном и чаще всего применяется для магистральных трубопроводов и коллекторов большой протяженности. Нередко «роботы» поставляются на базе грузового микроавтобуса, ведь комплекс оборудования включает не только самого «робота», но и кран

для него, барабан для питающего кабеля, а также рабочее место оператора.

Проталкиваемые видеоспециалистами предъявляется набор очень жестких требований. Во-первых, они должны обладать хорошей маневренностью, уметь проходить несколько прямых углов в трубах с малым сечением. Во-вторых, для выполнения таких задач необходима высокая надежность и механическая прочность приборов. И, в-третьих, пользователи ожидают от

них стабильного качества изображения в любых условиях работы. Так, в серии Ridgid See Snake видеоголовка защищена прочным корпусом из нержавеющей стали. Устойчивая к царапинам сапфировая линза дает четкое изображение даже в самых плохих условиях. Кроме того, она снабжена светодиодной подсветкой с регулируемой яркостью. Видеоголовка также может содержать в себе мощный передатчик, который позволяет отследить ее передвижение по трубам при помощи локатора. Еще одна функция прибора, которую ценят операторы, — это самовыравнивающаяся видеокамера, всегда транслирующая изображение в правильной ориентации, независимо от потока воды или положения камеры.

За последние годы были разработаны CCD-матрицы (полупроводниковые детекторы изображения), способные давать четкую цветную «картинку» даже в условиях слабой освещенности. Этим не преминули воспользоваться производители видеоспециального оборудования, выпустив модели, способные транслировать и записывать для дальнейшего изучения не только монохромное, но и цветное видео в высоком разрешении. Кому-то может показаться, что это излишество, дескать, не свадьбу снимаем, но специалисты уверены в обратном.

*«Для любых систем видеодиагностики важнейшие характеристики — это качество и четкость получаемого изображения, чтобы и оператор, и клиенты смогли разобраться, в чем суть проблемы и каково состояние труб. А цветное изображение позволяет собрать более полную информацию о характере повреждений или выраженности коррозии внутренней по-*

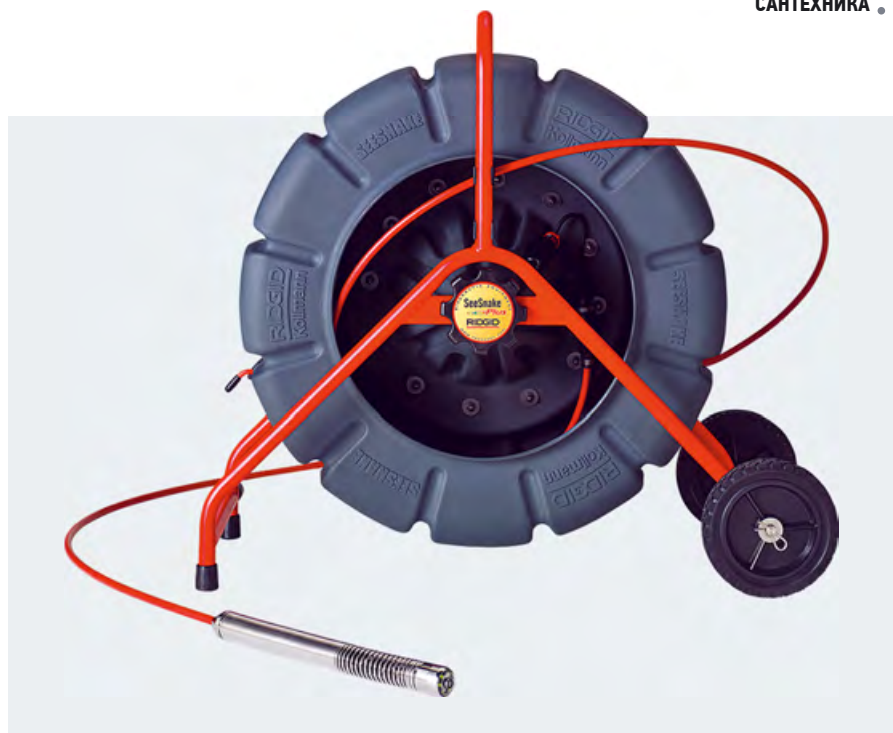


Фото компании Ridgid.



Фото компании Ridgid.

верхности трубопроводов, а также о наличии в них отложений и посторонних объектов, — считает Максим Шагалин, руководитель отдела продаж компании Tool Profi (город Санкт-Петербург), оператора на рынке продаж специального инструмента и прочистных работ. — Кроме того, цветное видео — прекрасный маркетинговый инструмент, позволяющий показать клиенту кино о состоянии труб “до” и “после” прочистки или ремонта. Так что для компании, которая занимается прочисткой и обслуживанием трубопроводов, приборы для видеодиагностики “в цвете” очень полезны».

### Как отмечают эксперты, в нашей стране до сих пор основными покупателями подобного оборудования остаются специализированные фирмы

Но, как говорится «в народе», нигде и никогда нет предела совершенству. Как считает Антон Шрамко, менеджер компании ООО «Директ Тул», занимающейся поставками инструмента для ремонта и сервиса инженерных сетей, для популяризации современных систем видеодиагностики необходимо решение, которое позволяет соединить устройство с обычным ноутбуком. «Фирменные» мониторы, поставляемые с такими комплексами, работают в телевизионном режиме в цветовом стандарте PAL или NTSC, и не всегда доступны для российского пользователя. И лишь очень немногие модели имеют возможность подключения ноутбука через специальный адаптер.

### Иметь или не иметь

В нашей стране до сих пор основными покупателями подобного оборудования остаются специализированные фирмы, занимающиеся обслуживанием подземных и внутридомовых коммуникаций.

«ТСЖ или управляющие компании в основной массе охотно приобретают прочистные машины, но для видеодиагностических комплексов они еще не созрели. Много лет они могут упорно и безрезультатно бороться с засором в одном и том же месте, пока кто-то случайно не проведет видеоспециацию и не обнаружит там кирпич, строительный мусор или иную причину “хронических засоров”, — разъясняет ситуацию Антон Шрамко (“Директ Тул”). — К счастью, специалистов, обладающих хотя бы простейшим устройством видеодиагностики, становится в России все больше. И это не обязательно крупные компании. Скажем, ручной прибор See Snake micro CA-100 доступен любому индивидуальному предпринимателю — цена прибора стартует с десяти тысяч рублей.

Головка диаметром 17 миллиметров может погружаться в жидкую среду на глубину трех метров, кабель наращивается до девяти метров. Кстати, такая модель поможет не только для поиска причин засоров, но и для извлечения обнаруженных посторонних предметов. Для этих целей видеоголовку можно снабдить крючком, зеркальцем или магнитом».

Подобные компактные и простые в использовании ручные приборы интересны не только сантехникам, но и прочим специалистам, которым по долгу службы приходится исследовать труднодоступные объекты. Например, автомеханикам (для видеодиагностики неисправностей двигателя и прочих узлов) и сотрудникам таможенных служб (для досмотра автотранспорта и грузов). При выборе видеоспециаций устройств нужно принимать во внимание, что не существует универсальных решений. Под каждый набор задач придется подбирать оптимальную комплектацию оборудования, и в этом деле точно не стоит пренебрегать помощью продавцов.

Быть или не быть системам видеодиагностики на российском рынке обслуживания коммуникаций — такой вопрос не возникает. Они уже активно используются и постепенно из дорогой игрушки превращаются в привычный и незаменимый инструмент. Однако встречаются и разочарования, когда компании, идя на поводу у желания сэкономить, покупают дешевые азиатские подделки «по паше».

Для специализированных фирм наличие современного и надежного видеодиагностического оборудования — это неоспоримое конкурентное преимущество. А для организаций, эксплуатирующих трубопроводные сети, использование таких приборов приводит к значительному снижению затрат, упрощению обоснования необходимости ремонта и облегчению контроля за качеством работы подрядчиков. ●



Фото компании Ridgid.



Фото компании Ridgid.



КЛАПАНЫ ДЛЯ РАДИАТОРОВ,  
ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЕ ГОЛОВКИ



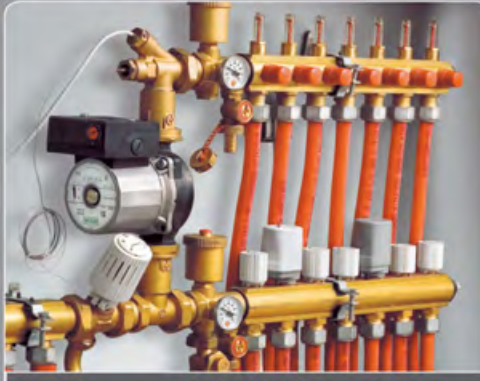
КЛАПАНЫ ДЛЯ ОДНО- И ДВУТРУБНЫХ СИСТЕМ,  
УЗЛЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ СТАЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ



ШАРОВЫЕ КРАНЫ



ФИТИНГИ И АДАПТЕРЫ



КОЛЛЕКТОРЫ



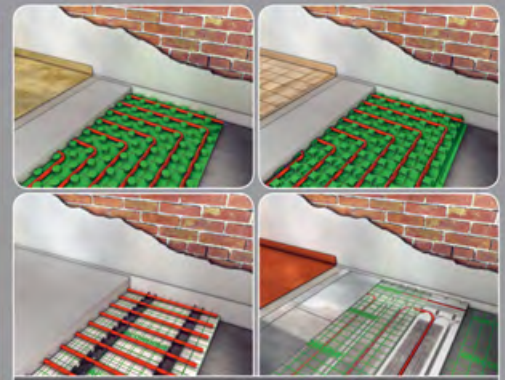
ЗОНАЛЬНЫЕ И СМЕСИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ,  
КОТЕЛЬНАЯ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА



МОДУЛИ УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛА



БЛОКИ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ



СИСТЕМА НАПОЛЬНОГО ОБОГРЕВА И  
ОХЛАЖДЕНИЯ



ТРУБЫ PPR, PEX, PERT, PEX-AL-PEX И PB



СОЛНЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ



СИСТЕМЫ ПОТОЛОЧНОГО ОБОГРЕВА И  
ОХЛАЖДЕНИЯ

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

ПРИГЛАШАЕМ ПОСЕТИТЬ НАШ СТЕНД НА ВЫСТАВКЕ AQUA-THERM 2013: ПАВИЛЬОН 2, ЗАЛ 14, СТЕНД В203.





www.worldwallpaperfree.com

# Квартирный гаситель гидравлических ударов

Сантехническая арматура должна обеспечивать плавное открывание и закрывание потока воды в трубопроводах, но сейчас торговля предлагает жильцам огромный ассортимент арматуры и приборов, в которых плавное регулирование невозможно. Учитывая это, ведущие проектные и строительные организации нашей страны предусматривают в проектах установку квартирных гасителей гидравлических ударов.

## Общие сведения о гидравлическом ударе

Гидравлический удар — это скачкообразное изменение давления жидкости, протекающей в напорном трубопроводе, возникающее при резком изменении скорости потока. В более развернутом смысле, гидравлический удар представляет собой быстротечное чередование «скачков» и «провалов» давления, сопровождающееся деформацией жидкости и стенок трубы, а также акустическим эффектом, похожим на удар молотком по стальной трубе. При слабых гидравлических ударах звук проявляется в виде «металлических» щелчков, однако даже при таких, казалось бы, незначительных ударах давление в трубопроводе может возрасть весьма значительно.

Стадии гидравлического удара можно проиллюстрировать на следующем примере (рис. 1): пусть на конце квартирного трубопровода, присоединенного к домовому стояку, установлен однорычажный кран или смеситель (именно такие смесители позволяют относительно быстро перекрывать поток).

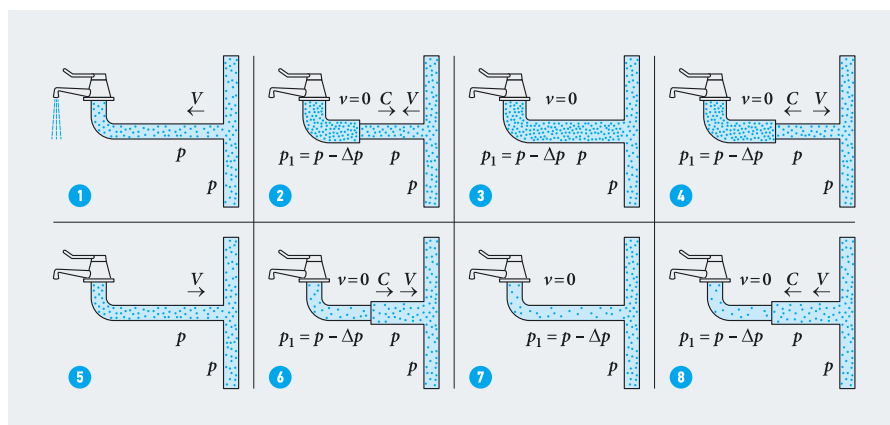
При перекрытии крана происходят следующие процессы:

1. Пока кран открыт, жидкость движется по квартирному трубопроводу со скоростью  $v$ . При этом в стояке и квартирном трубопроводе величина давления  $p$  одинаковая.

2. При перекрытии крана и резком торможении потока кинетическая энергия потока переходит в работу деформации стенок трубы и жидкости. Стенки трубы растягиваются, а жидкость сжимается, что ведет к увеличению давления на величину  $\Delta p$  (ударное давление). Зона, в которой произошло увеличение давления называется «зоной сжатия ударной волны», а ее крайнее сечение называется «фронтом ударной волны». Фронт ударной волны распространяется в сторону стояка со скоростью  $c$ . Здесь хотелось бы отметить, что допущение о несжимаемости воды, принимаемое при гидравлических расчетах, в данном случае не применяется, так как реальная вода — сжимаемая жидкость, имеющая коэффициент объемного сжатия  $4,9 \times 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$ . То есть, при давлении 20 400 бар (2040 МПа) объем воды уменьшается в два раза.

3. Когда фронт ударной волны дойдет до стояка, вся жидкость в квартирном трубопроводе окажется сжатой, а стенки трубопровода будут растянутыми.

**Гидравлический удар представляет собой быстрое чередование «скачков» и «провалов» давления, сопровождающееся деформацией жидкости и стенок трубы**



:: Рис. 1. Стадии гидравлического удара



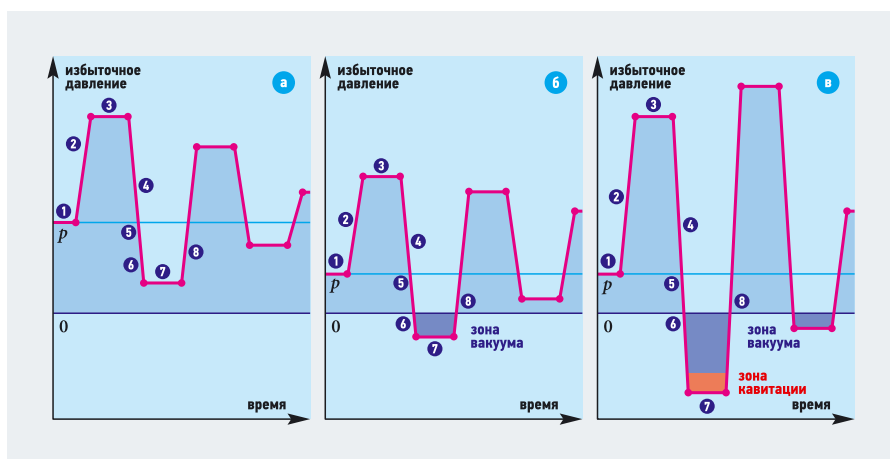


Рис. 2. Графики изменения давления при гидравлическом ударе

4. Объем жидкости в домовой системе гораздо больше, чем в квартирной разводке, поэтому, когда фронт ударной волны доходит до стояка, избыточное давление жидкости большей частью сглаживается за счет расширения сечения и включения в работу общего объема жидкости в домовой системе. Давление в квартирном трубопроводе начинает выравниваться со стояковым давлением. Но при этом квартирный трубопровод за счет упругости материала стенок восстанавливает свое первоначальное сечение, сжимая жидкость и выдавливая ее в стояк. Зона снятия деформации со стенок трубопровода распространяется к крану со скоростью  $c$ .

5. В момент, когда давление в квартирном трубопроводе будет равно первоначальному, также как и скорость жидкости, направление потока будет обратное («нулевая точка»).

6. Теперь жидкость в трубопроводе со скоростью  $v$  стремится «оторваться» от крана. Возникает «зона разрежения ударной волны». В этой зоне скорость потока нулевая, а давление жидкости становится ниже первоначального, что приводит к сжатию стенок трубы (уменьшению диаметра). Фронт зоны разрежения передвигается к стояку со скоростью  $c$ .

При значительной первоначальной скорости потока разрежение в трубе может привести к снижению давления ниже атмосферного, а также к нарушению неразрывности потока (кавитации). В этом случае в трубопроводе около крана появляется кавитационный пузырь, схлопывание которого приводит к тому,

что давление жидкости в зоне отраженной ударной волны становится больше, чем этот же показатель в прямой ударной волне.

7. При достижении фронта сжатия ударной волны стояка скорость потока в квартирном трубопроводе нулевая, а давление жидкости ниже первоначального и ниже, чем давление в стояке. Стенки трубопровода сжаты.

**При значительной первоначальной скорости потока разрежение в трубе может привести к снижению давления ниже атмосферного, а также к нарушению неразрывности потока**

8. Перепад давлений между жидкостью в стояке и квартирном трубопроводе вызывает поступление жидкости в квартирный трубопровод и выравнивание давлений до первоначального значения. В связи с этим стенки трубы также начинают приобретать первоначальные очертания. Так образуются отраженная ударная волна, и циклы снова повторяются до полного угасания. При этом промежуток времени, в течение которого проходят все стадии и циклы гидравлического удара, как правило, не превышает 0,001–0,06 с. Количество циклов может быть различным и зависит от характеристик системы.

На рис. 2 стадии гидравлического удара показаны в графическом виде. График на рис. 2а показывает развитие гидрав-

лического удара, когда давление жидкости в зоне разрежения ударной волны не падает ниже атмосферного (линия 0). График на рис. 2б отображает ударную волну, зона разрежения которой находится ниже атмосферного давления, но гидравлическая сплошность среды не нарушается. В этом случае давление жидкости в зоне разрежения ниже атмосферного, но эффект кавитации не наблюдается. График на рис. 2в отображает случай, когда нарушается гидравлическая неразрывность потока, то есть образуется кавитационная зона, последующее схлопывание которой приводит к возрастанию давления в отраженной ударной волне.

**Разновидности гидравлических ударов и основные расчетные положения**

В зависимости от скорости, с которой происходит закрытие запорного органа на трубопроводе, гидравлический удар может быть «прямым» и «непрямым». «Прямым» называется удар, при котором перекрытие потока происходит за время меньшее, чем период удара, то есть выполняется условие:

$$T_3 \leq 2L/c,$$

где  $T_3$  — время закрытия запорного органа;  $L$  — длина трубопровода;  $c$  — скорость ударной волны. В противном случае гидравлический удар называется «непрямым». При непрямом ударе скачок давления значительно меньше по величине, так как часть энергии потока демпфируется частичной утечкой через запорный орган.

В зависимости от степени перекрытия потока гидравлический удар может быть «полным» и «неполным». «Полным» является удар, при котором запорный орган полностью перекрывает поток. Если же этого не происходит, то есть часть потока продолжает протекать через запорный орган, то гидравлический удар будет «неполным». В этом случае расчетной скоростью для определения величины гидравлического удара станет разница скоростей потока до и после перекрытия.

Величину повышения давления при прямом полном гидравлическом ударе можно определить по известной формуле Н.Е. Жуковского (в западной технической литературе данная формула приписывается Лоренцо Алливи и Мишо):

$$\Delta p = \rho v c,$$

где  $\rho$  — плотность транспортируемой жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $v$  — скорость транспортируемой жидкости до момента внезапного торможения, м/с.

Характеристики жидкостей

табл. 1

Наименование жидкости	Объемный модуль упругости, Па	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Скорость звука, м/с
Вода	$2,03 \times 10^9$	1000	1425
Бензин	$1,09 \times 10^9$	730	1222
Керосин	$1,46 \times 10^9$	810	1342
Масло машинное	$1,53 \times 10^9$	905	1300
Спирт этиловый	$1,32 \times 10^9$	790	1293



Фото 1. Попадание воды в счетный механизм водосчетчика из-за выдавливания прокладки



Фото 2. Характерное повреждение манометра гидравлическим ударом в системе

В данной формуле  $c$  — это скорость распространения ударной волны [м/с], определяемая по формуле:

$$c = \frac{C_0}{\sqrt{1 + \frac{D}{\delta} \frac{E_{ж}}{E_{ст}}}}, \text{ где } C_0 = \sqrt{\frac{E_{ж}}{\rho}},$$

здесь  $C_0$  — скорость распространения звука в жидкости, м/с (принимается по табл. 1);  $D$  — диаметр трубопровода, м;  $\delta$  — толщина стенки трубы, м;  $E_{ж}$  — объемный модуль упругости жидкости, Па (принимается по табл. 2);  $E_{ст}$  — модуль упругости материала стенок трубы, Па (принимается по табл. 3).

Если учесть, что скорость движения воды в квартирных системах не должна превышать 3 м/с (п. 7.6 СНиП 2-04-2001), то для трубопроводов из различных материалов можно вычислить величину повышения давления при возможном прямом гидравлическом ударе. Такие сводные данные по некоторым трубам представлены в табл. 3.

### Для трубопроводов из различных материалов можно вычислить величину повышения давления при возможном прямом гидравлическом ударе

При непрямом гидравлическом ударе повышение давления рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta p = 2L\nu\rho/T_3, \text{ Па.}$$

В табл. 4 приведено среднее время срабатывания основной квартирной арматуры. Для каждого типа этой арматуры рассчитана длина трубопровода, более которой гидравлический удар перестает быть прямым.

### Характеристики материалов стенок труб

табл. 2

Наименование материала	Величина модуля упругости, Па	Величина отношения $E_{воды}/E_{ст}$
Сталь	$2,100 \times 10^{11}$	0,01
Чугун	$1,050 \times 10^{11}$	0,02
Железобетон	$0,169 \times 10^{11}$	0,12
Асбестоцемент	$0,170 \times 10^{11}$	0,11
Полиэтилен	$0,0156 \times 10^{11}$	1,30
Металлопластик	$0,010 \times 10^{11}$	2,03
Полипропилен	$0,009 \times 10^{11}$	2,26
Алюминий	$0,700 \times 10^{11}$	0,03
Медь	$0,900 \times 10^{11}$	0,023

### Повышение давления при гидравлическом ударе (при скорости потока 3 м/с)

табл. 3

Материал и габариты труб	Скорость ударной волны, м/с	$\Delta p$ , бар
<b>Металлополимер</b>		
$12 \times 1,6 / 16 \times 2 / 20 \times 2 / 26 \times 3 / 32 \times 3 / 40 \times 3,5$	452 / 392 / 343 / 373 / 330 / 317	13,5 / 11,8 / 10,3 / 11,2 / 9,9
<b>Полиэтилен</b>		
$16 \times 2 / 16 \times 2,2 / 20 \times 2 / 20 \times 2,2 / 25 \times 3,5 / 32 \times 4,4 / 40 \times 5,5$	480 / 508 / 422 / 446 / 514 / 508 / 508	14,4 / 15,2 / 12,7 / 13,4 / 15,4 / 15,2 / 15,2
<b>Полипропилен</b>		
$20 \times 2,8 / 20 \times 3,4 / 25 \times 3,5 / 25 \times 4,2 / 32 \times 4,4 / 32 \times 5,4 / 40 \times 5,5 / 40 \times 6,7 / 50 \times 6,9 / 50 \times 8,3 / 63 \times 8,6 / 63 \times 10,5$	401 / 456 / 401 / 452 / 397 / 454 / 397 / 452 / 398 / 449 / 395 / 450	12,0 / 13,7 / 12,0 / 13,6 / 11,9 / 13,6 / 11,9 / 13,5 / 11,9 / 13,5 / 11,8 / 13,5
<b>Медь</b>		
$12 \times 1 / 15 \times 1 / 18 \times 1 / 22 \times 1 / 28 \times 1 / 35 \times 1$	1287 / 1253 / 1221 / 1183 / 1131 / 1079	38,6 / 37,6 / 36,6 / 35,5 / 33,9 / 32,4
<b>Сталь ВГП (нормальные трубы)</b>		
DN 15 / DN 20 / DN 25 / DN 32 / DN 40	1388 / 1375 / 1370 / 1353 / 1350	41,6 / 41,3 / 41,1 / 40,6 / 40,5

### Длина участка прямого удара для водозапорной арматуры

табл. 4

Тип квартирной арматуры	Время срабатывания, с	Длина участка прямого удара [м] для трубопровода	
		неметаллического	металлического
Рычажный кран или смеситель	0,05	8,5	30
Душевой переключатель (дивертер)	0,03	5,2	18
Электромагнитный клапан стиральной машины	0,01	1,7	6
Электромагнитный клапан посудомоечной машины	0,01	1,7	6
Электромагнитный клапан системы защиты от протечек (1/2")	0,05	8,5	30
Заливной клапан унитаза	0,06	10,5	36

### Возможные последствия гидравлических ударов

В квартирных сетях возникновение гидравлических ударов, конечно, не влечет таких масштабных разрушительных последствий, как на магистральных трубопроводах большого диаметра. Однако и здесь они могут доставить массу хлопот и убытков, если не учитывать возможность их появления.

Периодически повторяющиеся гидравлические удары в квартирной трубной разводке могут стать причиной следующих неприятностей.

**1. Сокращение срока службы трубопроводов.** Нормативный срок службы внутренних трубопроводов определяется по совокупности характеристик (температура, давление, время), в которых эксплуатируется труба. Даже столь кратковременные, но часто повторяющиеся знакопеременные скачки и провалы давления, происходящие при гидравлическом ударе, существенно искажают картину эксплуатационного режима трубопровода, значительно сокращая срок его безаварийной эксплуатации. В большей степени это относится к полимерным и многослойным трубопроводам.

**2. Выдавливание прокладок и уплотнителей в арматуре и соединителях трубопроводов.** Этому подвержены такие элементы, как поршневые редукторы давления, шаровые краны, вентили и смесители с резиновыми сальниковыми кольцами, уплотнительные кольца обжимных и пресс-соединителей, а также кольца полусгонов («американок»). В квартирных водосчетчиках выдавливание уплотнительного кольца между измерительной камерой и счетным механизмом может привести к попаданию воды в счетный механизм (фото 1).



⚡ Фото 4. Кавитационное разрушение внутренней поверхности сгона перед клапаном

**3.** Даже однократный гидравлический удар может полностью вывести из строя контрольно-измерительные приборы, установленные в квартире. Например, изгиб стрелки манометра от взаимодействия с ограничительным штифтом — явный признак имевшего место гидравлического удара (фото 2).

**4.** Каждый гидроудар в квартирном трубопроводе из полимерных материалов, выполненном на обжимных, прессовых или подвижных соединителях, неизбежно приводит к микроскопическому «сползанию» соединителя с трубопровода. В конце концов, может наступить мо-

**Даже кратковременные, но часто повторяющиеся знакопеременные скачки и провалы давления, происходящие при гидроударе, существенно искажают картину эксплуатационного режима трубопровода**



⚡ Фото 6. «Схлопнувшаяся» от гидроудара металлополимерная труба

мент, когда очередной гидроудар станет критическим — труба полностью «выползет» из соединителя (фото 3).

**5.** Кавитационные явления, которые могут сопровождать гидравлический удар, нередко являются причиной появления каверн в золотнике и корпусе запорной арматуры. Схлопывание вакуумных пузырьков при кавитации просто «выгрызает» куски металла с поверхности, на которой они образуются. В результате золотник перестает выполнять свою функцию, то есть герметичность запорного органа нарушается. Да и корпус такой арматуры очень быстро выйдет из строя (фото 4).

**6.** Особую опасность для квартирных трубопроводов, выполненных из многослойных труб, представляет зона разряжения ударной волны при гидравлическом ударе. При клеевом слое низкого качества или наличии непроклеенных участков, образующийся в трубе вакуум отрывает внутренний слой трубы, заставляя его «схлопываться» (фото 5, 6).



⚡ Фото 3. Нарушение обжимного соединения МПТ в результате воздействия гидроударов



⚡ Фото 5. Многослойная полипропиленовая труба, пострадавшая от гидравлического удара

При своем частичном схлопывании труба будет продолжать выполнять свою функцию, но с гораздо большим гидравлическим сопротивлением. Однако может произойти и полное схлопывание — в этом случае труба будет перекрыта своим же внутренним слоем. К сожалению, ГОСТ 53630–2009 «Трубы напорные многослойные» не требует проведения испытания образцов труб при внутреннем давлении ниже атмосферного. Однако ряд производителей, зная о подобной проблеме, включают в технические условия обязательный пункт о проверке трубы под разряжением. В частности, каждый рулон многослойных труб Valtec подключается к вакуумному насосу, доводящему абсолютное давление в трубе до 0,2 атм (0,8 бар избыточного). После чего с помощью компрессора через трубу прогоняется пенополистирольный шарик с диаметром, чуть меньшим проектного внутреннего диаметра трубы. Рулоны, через которые шарик не смог пройти, беспощадно бракуются и уничтожаются.

**При своем частичном схлопывании труба будет продолжать выполнять свою функцию, но с гораздо большим гидросопротивлением. Однако может произойти и полное схлопывание поврежденной трубы**

Еще одна опасность подстерегает при гидравлическом ударе внутренние трубопроводы горячего водоснабжения. Как известно, температура кипения воды находится в тесной зависимости от давления (табл. 5). Допустим, если в квартирный трубопровод поступает горячая вода с температурой, например, 70 °С, а в зоне разрежения гидроудара давление снижается до абсолютного значения 0,3 атм, то в этой зоне вода превратится в пар. Учитывая, что объем пара при нормальных условиях почти в 1200 раз больше чем объем такой же массы воды, следует ожидать, что данное явление может привести к еще большему росту давления в зоне сжатия ударной волны.

**Способы защиты от гидроударов в квартирных системах**

Самым действенным и надежным способом защиты от гидравлического удара является увеличение времени перекрытия потока запорным органом. Именно этот способ используется на магистральных трубопроводах. Плавное закрытие

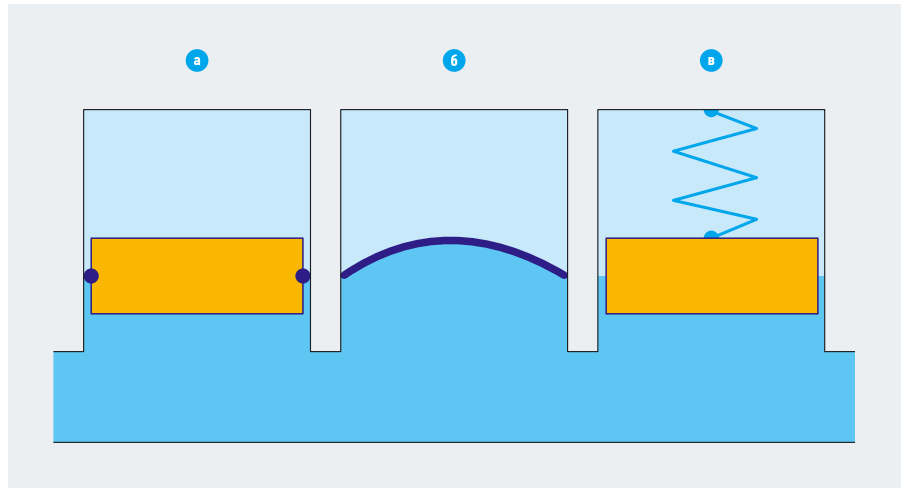


Рис. 3. Типы гасителей гидроударов

здвижки не вызывает никаких разрушительных возмущений в потоке и позволяет избавиться от необходимости установки громоздких и дорогих демпфирующих устройств. В квартирных системах такой способ не всегда приемлем, так как в наш обиход прочно вошли и «однорукие» рычажные смесители, электромагнитные клапаны бытовой техники, и прочая арматура, способная перекрыть поток в короткий промежуток времени. В связи с этим квартирные инженерные системы уже на стадии проекта должны обязательно проектироваться с учетом опасности возникновения гидроудара.

Конструктивные мероприятия, такие как использование эластичных вставок, компенсационных петель и расширителей — широкого распространения не получили. Наибольшей популярностью в настоящее время пользуется специ-

ально разработанная для этой цели арматура — пневматические (поршневые рис. 3а и мембранные рис. 3б) или пружинные (рис. 3в) гасители гидроударов.

В пневматических гасителе кинетическая энергия потока жидкости гасится энергией сжатия воздуха, давление которого изменяется по адиабате с показателем  $K = 1,4$ . Объем воздушной камеры пневматического гасителя определяется из выражения:

$$\frac{\pi \rho D^2 L v^2}{8} = \frac{P_0 V_0}{K - 1} \left[ 1 - \left( \frac{P_k}{P_0} \right)^{\frac{K-1}{K}} \right],$$

где  $P_0$  — начальное давление в воздушной камере;  $P_k$  — конечное (предельное) давление в воздушной камере. В приведенной формуле левая часть представляет собой выражение для кинетической энергии потока жидкости, а правая — энергии сжатия воздуха.

Зависимость температуры кипения воды от давления

табл. 5

Темп-ра кипения, °С	Абс. давление, атм	Темп-ра кипения, °С	Абс. давление, атм
100	1,033	75	0,4
93	0,8	69	0,3
89	0,7	60	0,2
85	0,6	45	0,1
81	0,5		

Технические характеристики Valtec CAR-19

табл. 6

Наименование характеристики	Значение
Рабочий объем, л	0,162
Заводское значение предварительного давления в воздушной камере, бар	3,5
Максимальное давление при гидроударе, бар	20
Рекомендуемое рабочее давление в защищаемом квартирном трубопроводе при заводском значении давления в воздушной камере, бар	3,0
Максимальное рабочее давление в защищаемом квартирном трубопроводе, бар	10
Диапазон температур рабочей среды, °С	-10...+100
Высота H, мм	112
Диаметр Ø, мм	84
Присоединительная резьба G	½"
Материал корпуса	нерж. сталь AISI 304L
Материал мембраны	EPDM

Параметры пружин для пружинных компенсаторов находят из выражения:

$$\frac{\pi \rho D^2 L v^2}{8} = \frac{4 D_{\text{пр}}^3}{G d^4} (F_k - F_0),$$

где  $D_{\text{пр}}$  — средний диаметр пружины;  $L$  — количество витков пружины;  $G$  — модуль сдвига;  $F_k$  — конечная сила, действующая на пружину;  $F_0$  — начальная сила, действующая на пружину.

В среде проектировщиков и монтажников бытует мнение, что обратные клапаны и редукторы давления тоже обладают способностью к гашению гидроударов.

Обратные клапаны, действительно, отсекая часть трубопровода в момент резкого перекрытия потока, уменьшают расчетную длину трубопровода, превращая прямой удар в не прямой, меньшей энергии. Однако, резко закрываясь под воздействием стадии сжатия ударной волны, клапан сам превращается в причину гидроудара в трубопроводе, расположенном до него. Далее, в стадии разряжения клапан снова открывается, причем в зависимости от соотношения длин труб до клапана и после него может настать такой особо неприятный момент, когда ударные волны двух участков сложатся, усилив скачок давления.

Поршневые редукторы давления не могут служить гасителями гидравлических ударов в силу своей высокой инерционности — из-за работы сил трения в уплотнителях поршней, они просто не успевают отреагировать на мгновенное изменение давления. Кроме того, такие редукторы сами нуждаются в защите от гидроударов, вызывающих выдавливание уплотнительных колец из гнезд поршней.

Способностью частично поглощать энергию гидроударов обладают мембранные редукторы давления, однако они рассчитаны совсем на другие силовые воздействия, поэтому работа по гашению частых гидроударов быстро выведет их из строя. Кроме того, резкое перекрытие редуктора при ударной волне приводит, как в случае с обратным клапаном, к возникновению ударной волны на участке до редуктора, не защищенном мембраной.

Помимо всего прочего, квартирные гасители гидроударов, кроме выполнения своей основной задачи, выполняют еще несколько важных функций, немаловажных для безопасной эксплуатации квартирных трубопроводов. Эти функции будут рассмотрены на примере мембранного гасителя гидроударов Valtec CAR-19.



:: Фото 7. Гаситель Valtec CAR-19

### Гаситель гидроударов Valtec CAR-19

Квартирный гаситель гидроударов Valtec CAR-19 (фото 7) конструктивно состоит (фото 8) из шаровидного корпуса 1, выполненного из нержавеющей стали AISI 304L, с завальцованной мембраной 2 из EPDM. Благодаря небольшим выпуклостям на поверхности мембраны обеспечивается неплотное ее примыкание к корпусу и максимальная площадь контакта мембраны с транспортируемой средой. Воздушная камера гасителя находится под заводским давлением 3,5 бара, что обеспечивает защиту квартирных трубопроводов, давление в которых не превышает 3 бара.

**Воздушная камера гасителя Valtec CAR-19 находится под заводским давлением 3,5 бара, обеспечивая защиту квартирных трубопроводов, давление в которых не превышает 3 бара**

Гаситель может защищать и трубопроводы с рабочим давлением до 10 бар, но в этом случае необходимо с помощью насоса, присоединяемого к ниппелю 3, увеличить давление в воздушной камере до значения 10,5 бара. В случае, когда рабочее давление в квартирной сети ниже 3 бар, рекомендуется через ниппель 3 выпустить часть воздуха из камеры до значения  $P_{\text{раб}} + 0,5$  бар. Технические характеристики и габаритные размеры гасителя приведены в табл. 6.

Гаситель способен защищать трубопроводы от гидроударов, давление при которых возрастает до 20 бар, поэтому перед установкой гасителя необходимо проверить, какой величины гидравлический удар может произойти в конкретном квартирном трубопроводе. Расчет

возможного давления  $P_{\text{гв}}$  при гидроударе можно провести по формуле:

$$P_{\text{гв}} = P_{\text{раб}} + \frac{14,25 v}{\sqrt{1 + m \frac{D}{\delta}}},$$

где величина  $m = E_{\text{воды}}/E_{\text{ст}}$  — принимается по табл. 2.

Надежно защищая квартирные трубопроводы от гидроударов, гаситель CAR-19 в силу своих конструктивных особенностей способен воспринимать излишек воды, образующийся при нагревании поступившей холодной воды в период перерыва в водопользовании. Например, если в квартиру, оборудованную на вводе редуктором или обратным клапаном, поступила вода с температурой 5 °С, и за ночь она нагрелась до 25 °С (обычная температура воздуха в санузле), то давление в отсеченном участке трубопровода возрастет на:

$$\Delta p = \frac{\beta_t \Delta t}{\beta_v} = \frac{0,00015 \times (25 - 5)}{4,9 \times 10^{-9}} = 612\,245 \text{ Па} = 6,12 \text{ бар.}$$

В приведенной формуле  $\beta_t$  — коэффициент температурного расширения воды, а  $\beta_v$  — коэффициент объемного сжатия воды (величина, обратная модулю упругости).



:: Фото 8. Конструкция Valtec CAR-19

Данная формула не учитывает температурное расширение материала самой трубы, но практика показывает, что каждый градус повышения температуры воды в трубопроводе повышает давление от 2 до 2,5 бар.

Здесь-то и потребуется вторая функция мембранного гасителя гидроударов. Приняв в себя часть воды из нагревающегося трубопровода, он избавит его от чрезмерной нагрузки и поможет избежать аварийной ситуации. В табл. 7 приведены предельные длины трубопроводов, защищаемые гасителем CAR-19 от температурного расширения жидкости.

В квартирных трубопроводах горячего водоснабжения гаситель CAR-19 также выполняет важную задачу по предотвращению вскипания воды в зоне разряже-

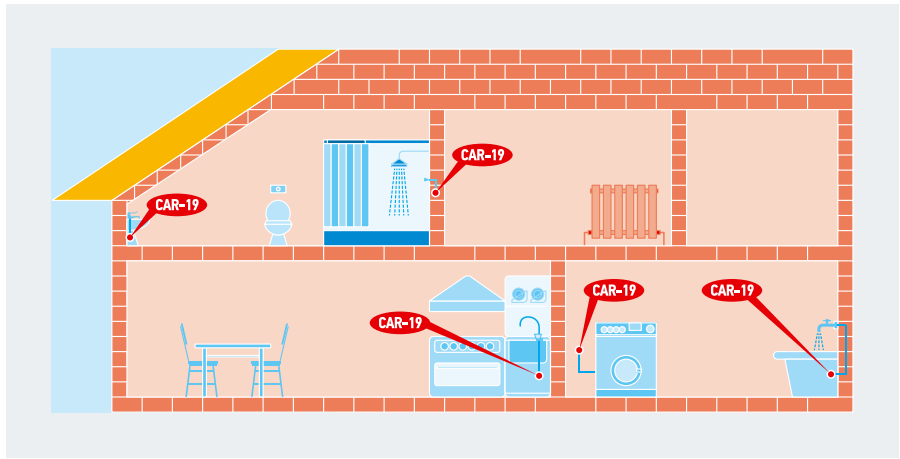


Рис. 4. Установка гасителей непосредственно перед защищаемыми приборами

ния ударной волны. Поглощая энергию гидроудара, гаситель CAR-19 ликвидирует и эту опасность. Наибольшая эффективность гасителя гидроударов достигается при его установке непосредственно

перед защищаемой арматурой. В этом случае возможность появления гидроудара полностью исключается (рис. 4). В квартирных системах, где трубопроводы не имеют значительной протяженности, допускается устанавливать один гаситель на группу приборов. В этом случае следует проверить, чтобы общая длина защищаемых одним гасителем участков трубопроводов не превышала значений, изложенных в табл. 8.

**Наибольшая эффективность гасителя гидроударов достигается при его установке непосредственно перед защищаемой арматурой**

При превышении указанных в таблице значений необходимо устанавливать не один, а несколько гасителей. В случае, когда расчетное давление при гидравлическом ударе превышает максимально допустимое давление для данного гасителя (20 бар для CAR-19), следует выбрать другой тип прибора с более высокими прочностными характеристиками.

В соответствии с п. 7.1.4 СП 30-13330-2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий», положение которого вступило в силу с 1 января 2013 года, «...конструкция водоразборной и запорной арматуры должна обеспечивать плавное открывание и закрывание потока воды». Но это требование вряд ли будет выполняться, так как торговля предлагает жильцам огромный ассортимент арматуры и приборов, в которых плавное регулирование невозможно. Учитывая это, ведущие проектные и строительные организации нашей страны уже сейчас предусматривают в проектах установку квартирных гасителей гидравлических ударов. Например, ДСК-1 города Москвы перестраивает производство на выполнение узлов ввода квартирного водопровода по схеме, отображенной на рис. 5.

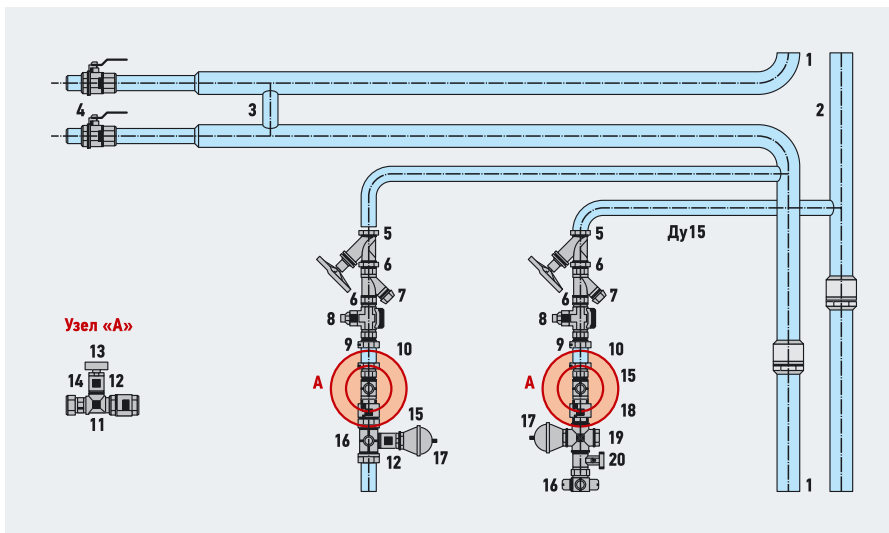


Рис. 5. Узел квартирного ввода водопровода ДСК-1 (1 — стояк ГВ Ø32 мм; 2 — стояк ХВ Ø32 мм; 3 — перемычка Ø25 мм; 4 — кран шаровой латунный Valtec Ø25 мм ВН VT.215; 5 — вентили латунные Valtec Ø15 мм ВВ VT.052; 6 — ниппель латунный Ø15 мм НН VT.582; 7 — фильтр латунный Ø15 мм ВВ VT.192; 8 — регулятор давления Ø15 мм ВВ VT.087; 9 — полусгон для счетчика Ø15 мм ВН VT.611; 10 — водомерная вставка ХВ и ГВ Ø20 мм; 11 — тройник латунный Ø15 мм НН VT.270; 12 — муфта латунная Ø15 мм ВВ VT.270; 13 — манометр ½" Ø50 мм 0–10 бар ТМ-210Т; 14 — футорка латунная ¼" × ½" ВН VT.581; 15 — клапан обратный латунный Ø15 мм ВВ VT.161; 16 — крестовина двухплоскостная НННН Valtec Ø15 мм; 17 — гаситель гидроударов Ø15 мм Valtec CAR-19; 18 — крестовина латунная ВВВВ Ø15 мм VT.760; 19 — пробка латунная Ø15 мм Н VT.583; 20 — тройник с краном Ø15 × Ø20 × Ø15 мм VT.256)

Предельная длина трубопроводов, защищаемых от температурного расширения\* табл. 7

Материал трубопровода	Размеры трубы	Предельная защищаемая длина, м
Металлополимер	16 × 2 / 20 × 2 / 26 × 3 / 32 × 3 / 40 × 3,5	435 / 240 / 155 / 90 / 55
Сшитый полиэтилен	16 × 2 / 20 × 2	435 / 240
Полипропилен	20 × 3,4 / 25 × 4,2 / 32 × 5,4 / 40 × 6,7	360 / 220 / 135 / 25
Медь	15 × 1 / 18 × 1 / 22 × 1	370 / 240 / 150
Стальные водопроводные	½" / ¾" / 1"	250 / 140 / 85

\* При разнице температур Δt = 20 °С.

Длина защищаемых одним гасителем участков трубопроводов табл. 8

Номинальный диаметр трубопровода, мм	Длина защищаемого участка трубопровода [м] при рабочем давлении [бар]									
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	
15 (½")	32	30	27	24	20	17	15	10	5	
20 (¾")	17	15	13	11	9,5	8,5	7,5	5	2,5	
25 (1")	10	9	8,5	8	7,5	5	2,5	2,1	1,8	



# Gladiator

## БЕСКОНЕЧНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ГИБКОЙ СИСТЕМЫ



- Уникальная прочность - 12 атм/95°C
- Абсолютная герметичность
- Скрытый монтаж
- Для всех инженерных систем
- Гарантия 15 лет

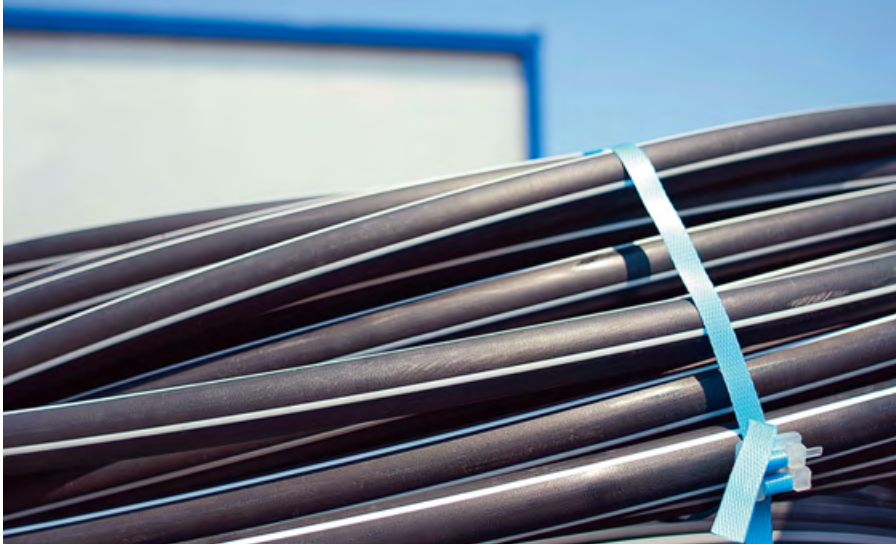


+ Монтажный инструмент в подарок\*

на правах рекламы/товар сертифицирован/ООО "ТЕРМОСТАЙЛ" 777-19-72



Москва: отдел продаж по Москве и МО: (495) 777-19-69, отдел региональных продаж: (495) 777-19-78;  
Абакан (3902) 305-069, Астрахань (8512) 54-15-56, Барнаул (3852) 377-711, Балаково (8453) 68-24-24,  
Бийск (3854) 30-29-69, Волгоград (8442) 95-53-45, Воскресенск (496) 442-38-37, Дмитров (496) 225-48-33,  
Иркутск (3952) 336-571, Калуга (4842) 565-535, Кемерово (3842) 452-105, Краснодар (861) 212-55-16,  
Красноярск (391) 205-25-50, Курган (3522) 225-550, Нефтекамск (34783) 3-59-19, Новокузнецк (3843) 79-48-39,  
Новосибирск (383) 363-35-30, Омск (3812) 46-77-77, Октябрьский (34767) 5-40-69, Оренбург (3532) 66-00-56,  
Ростов-на-Дону (863) 2-698-698, Санкт-Петербург (812) 350-14-14, Саратов (8452) 277-622, Сальск (86372) 5-43-20,  
Ставрополь (8652) 225-777, Стерлитамак (3473) 200-587, Тольятти (8482) 691-000, Томск (3822) 900-996,  
Тюмень (3452) 32-00-34, Уфа (347) 275-6000, Улан-Удэ (3012) 44-15-35, Чита (3022) 328743, Энгельс (8453) 725-547.



www.worldwallpaperfree.com

## Эксплуатация полиэтиленовых трубопроводов

Когда речь заходит о ремонте полиэтиленовых (ПЭ) трубопроводов или же о врезке в них, неизбежно возникают такие проблемы, как невозможность сварки при выходе транспортируемой среды, остаточная вода, нехватка площадей. Действительно, решающее значение для получения качественного, гомогенного сварного соединения играет чистота поверхности в зоне сварки.

С развитием сетей газоснабжения в 1970-е годы большую популярность у предприятий снабжения завоевал полиэтилен. Основой для подобного решения послужили следующие преимущества данного сырья: отсутствие коррозии, гибкость и небольшой вес, экономичность и, прежде всего, наличие надежной техники для соединения материала. Благодаря гомогенной сварке деталей создается сварное соединение, превосходящее по долговечности саму трубу: сварное соединение не является «слабым звеном» в цепи трубопровода, а, напротив, представляет собой его своеобразное армирование.

С дальнейшим развитием типов материала в сторону большей прочности и большего сопротивления к внешним воздействиям, например к царапинам, ПЭ стал представлять все больший интерес и для предприятий водоснабжения. Применение техники сварки с использованием закладного нагревательного элемента сделало возможным соединение труб больших диаметров ( $\varnothing 710$  мм), а разнообразие фасонных изделий, например тройников или отводов ( $\varnothing 225$ ) существенно облегчило промышленное применение данной технологии. Все же не стоит забывать, что, несмотря на особые свойства ПЭ и постоянное технологическое развитие его качества, ремонтные работы на полиэтиленовых трубопроводах неизбежны — прежде всего, из-за растущего спектра применения. Причиной повреждений могут быть подвижки грунта, обусловленные глубинными земляными работами на соседних с трубопроводом участках, или же царапины, оставленные ковшем экскаватора. Кроме того, ремонтные работы могут быть вызваны ошибками при проектировании, выборе типа материала или прокладке трубопровода.

Для качественного ремонта сетей или же для врезки в них необходимо обладать соответствующим опытом. В области технологии ремонта и монтажа отводов особое место занимает технология стыковой сварки, обязательной при которой является резка трубопровода. Применение деталей с закладным электронагревательным элементом для этих же целей представляет, таким образом, интересную альтернативу вышеназванной

технологии. Чтобы получить качественное сварное соединение с применением электромуфтовой сварки, нужно тщательно очистить рабочую поверхность трубы. Выход транспортируемой среды в месте ремонта недопустим. Для предприятий газоснабжения существуют четко сформулированные меры безопасности для проведения ремонтных мероприятий. При ремонте водопроводных систем негерметичность запорных элементов может привести к проблемам качества сварного соединения вследствие появления остаточной воды. Именно поэтому утечку транспортируемой среды в месте соединения в момент проведения сварки нужно максимально уменьшить.

### ПЭ-трубопроводы прекрасно зарекомендовали себя в области водо- и газоснабжения

**Врезка в существующие трубопроводные сети.** Выделение участка магистрального трубопровода газо- или водоснабжения для проведения ремонтных и подсоединительных работ всегда сопряжено с большими финансовыми затратами. Интересную альтернативу резке трубопровода представляет применение патрубков-накладок с отводами больших диаметров. Использование этих деталей позволяет существенно снизить затраты на установку аппаратуры для резки и не мешает обычному режиму снабжения потребителей. Традиционным способом блокирования при врезке в существующие (действующие) трубопроводы является сегментная блокада, которая может быть осуществлена следующими способами: тампонаж (перекрытие арматуры); пережатие трубопровода; установка запорного шара.

Пережатие трубопроводов из ПЭ является обычной практикой в газоснабжении, однако применение этой техники рекомендуется только для труб диаметром до 160 мм, с толщиной стенки до 10 мм. Чтобы избежать повреждений трубопровода степень пережатия не должна превышать 0,8. Неконтролируемое пережатие трубы до полного перекрытия потока недопустимо.

Автор: Роберт ЭКЕРТ



Иногда также необходимо проведение дополнительных мероприятий, например ступенчатого многократного пережатия трубы с промежуточной дегазацией.

В системах водоснабжения установка оборудования для пережатия может быть произведена только после снижения давления. Остаточная вода удаляется из зоны сварки при помощи ремонтной отводной трубы (штуцера, патрубка). Расстояние между участками снятия не должно быть меньше пятикратного диаметра трубы. При установке запорного шара давление в трубопроводе в зависимости от типа запорного шара и рекомендаций производителя не должно превышать 1 атм. При установке двойной блокировки рекомендуется производить промежуточное устранение воздуха. В системах газоснабжения применяются запорные шары из специальных материалов, которые при низком давлении можно установить «голыми руками». В водоснабжении используются эластичные резиновые шары, перекрывающие практически весь размерный ряд, при установке которых не требуется дополнительных приспособлений.

**Меры безопасности.** При проведении ремонтных работ на магистральном газопроводе все операции должны проводиться с надлежащим соблюдением мер безопасности. Сварка при выходе транспортируемой среды недопустима.

**Врезка под давлением без блокады.** При расширении протяженности газо- и водопроводных сетей большое преимущество имеет так называемая горячая врезка, то есть монтаж отводного трубопровода без ущерба для снабжения потребителя при полном рабочем давлении в системе. С применением современных патрубков-накладок в первую очередь в сочетании с запорным элементом ста-

новится возможным монтаж отводов с диаметром проходного сечения от 123 мм (соответствует номинальному  $\varnothing 160$  мм, SDR 11).

**Ремонт.** С помощью механических соединительных элементов, основу которых составляют клеммовые соединения, можно соединять трубопроводы из различных материалов, при этом наружные диаметры этих труб могут существенно отличаться друг от друга. Механические соединительные элементы для трубопроводов из ПЭ, как правило, обеспечивают надежное осевое силовое замыкание, даже если переносимые силы лежат значительно выше значений прочности трубы.

### **Запорный шар существенно снижает вероятность попадания остаточной воды в зону сварки**

Уплотнение соединения достигается при использовании эластомерного уплотнительного элемента. Чтобы противодействовать текучести и гибкости материала при клеммовом соединении в ряде случаев необходимо применять распорные втулки внутри трубы. Для ремонта небольших повреждений можно использовать усиливающие ремонтные накладки. Наличие остаточной воды не имеет, как правило, никакого влияния на качество соединения. Долговечным такое соединение (не в пример сварному, которое соответствует сроку эксплуатации трубы до 100 лет) назвать нельзя.

**Применение компрессионных фитингов для подключения домов к водопроводам.** Обычно для этих целей используются устойчивые к осевым нагрузкам фитинги. Важной отличительной особенностью такой детали

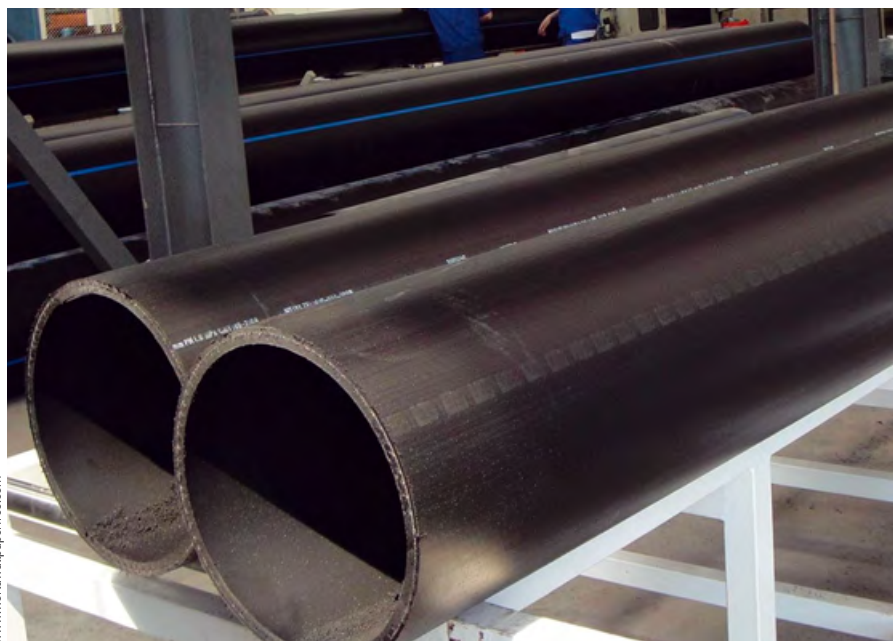
от механической муфты является то, что при проведении ремонтных работ с использованием шунта (натушки) можно перемещать муфту по всей необходимой для облегчения монтажа длине трубы. При сжатии навинчивающейся накидной гайки во время монтажа фитинга одновременно возрастает запрессовка уплотнительного элемента. Это динамическое уплотняющее воздействие позволяет экономить физические усилия при монтаже, помимо этого, дает уверенность в прочном уплотнении соединения даже при неравномерной поверхности трубы.

**Металлические муфты для соединения ПЭ-водопроводов диаметром более 63 мм.** Металлические муфты устойчивы к осевым растяжениям, просты в установке при малом выходе транспортируемой воды, а потому надвижные муфты являются идеальным решением для проведения ремонтных работ. В зависимости от конструкции уплотнительной и клеммовой систематики современные трубные муфты могут применяться на полиэтиленовых трубопроводах от SDR 17,6 до SDR 11 без использования внутренней упорной гильзы.

**Установка механических ремонтных накладок.** Участки трубопровода, частично поврежденные (например, новшом экскаватора), могут быть приведены в исправное состояние при помощи ремонтных накладок из высококачественной стали. В зависимости от диаметра трубы в распоряжении потребителя имеются цельные и составные конструкции. Монтаж осуществляется завинчиванием гаек. Важно учесть, что длина ремонтной накладки должна быть достаточной (особенно на ПЭ-трубе), с целью исключения возможности расползания материала в месте порыва. Уплотнение осуществляется при помощи специально разработанного профильного уплотнительного полотна.

**Технология сварки.** Решение проблемы «остаточной воды» при подсоединении к дому следующее. Ремонтная втулка снижает в смонтированном состоянии возможность попадания остаточной воды в зону сварки за счет смонтированного уплотнительного контура. Герметичность сохраняется при достижении давления около 1 бар. Предпосылкой для применения ремонтных втулок является их удобство при использовании в любой части трубопровода вследствие большой гибкости. Тем не менее, их применение ограничено диаметрами от 32 до 63 мм при SDR 11.

**Проблема остаточной воды при диаметром более 63 мм.** Технология применения ремонтных втулок ограничена 63 мм вследствие негибкости трубопроводов больших диаметров и связанных с этим сложностей монтажа. Другой возможностью не допустить появления остаточной воды в зоне сварки является распространенная в области газо-



www.worldwallpaperfree.com



снабжения технология установки запорного шара, которая вследствие большой эластичности позволяет перекрывать различные по диаметру трубопроводы. Для установки запорного шара сначала нужно просверлить в трубе отверстие. Сверло вводится через патрубков-накладку. Этот патрубков-накладка может быть приварен к трубе и после окончания ремонта заварен при помощи заглушки. Альтернативой может выступить непривариваемый патрубков, который демонтируется после врезки, а вырезанное отверстие заваривается усиливающей заглушкой-накладкой.

Так можно избежать появления застоявшейся воды, которая может собраться под куполом патрубков-накладки. Запорный шар существенно снижает вероятность попадания остаточной воды в зону сварки. Следует обратить внимание, что перед запорным шаром не должно быть давления, то есть накапливающаяся вода должна выводиться через просверленное отверстие. После завершения процесса врезки или ремонтных работ при помощи вставной пригоночной детали или подвижной муфты запорный шар вытягивается из трубы, а отверстие заваривается одним из вышеописанных способов. По истечении срока охлаждения деталей и промывки водопровода он снова готов к эксплуатации.

**Альтернатива запорного шара — пленочная заглушка.** Новые открытия в области пленочной технологии предлагают интересную альтернативу установке запорного шара — использование водорастворимых пленок. Они снижают возможность попадания воды в зону сварки на определенное время, а затем растворяются в ней. Мембрана состоит из нетоксичного поливинилалкоголя (PVAL) и полиэтиленовой вставки, допущенной к применению в снабжении питьевой водой. Для монтажа пленочная мембрана вводится в открытый конец трубопровода. Уплотнение происходит за счет интегрированных уплотнительных губок. После восстановления трубопровода остатки пленочной мембраны вымываются при промывке водопровода.

Локальные повреждения поверхности труб, борозды и царапины (по DVGW допустимы повреждения до 10% толщины стенки трубы) или даже сквозные повреждения могут быть устранены при помощи усиливающих накладок. Повреждения на трубах диаметром до 50 мм ремонтируются усиливающими накладками. Выход транспортируемой среды во время сварки недопустим. При необходимости пробоины в трубе временно закрываются пробками также из полиэтилена (до окончания сварки).

Важно то, что место повреждения должно быть полностью перекрыто специальной холодной зоной, предусмотренной в конструкции усиливающей заглушки-накладки типа VVS. Ремонт крупных повреждений производится при помощи так называемых ремонтных накладок. Отличительной особенностью данных ремонтных накладок можно назвать следующее: наличие сварной зоны не только на поверхности, прилегающей к трубе, но и на боковом плече.

Таким образом, можно проводить ремонт повреждений на протяженных участках, возвращая трубопроводу прежние эксплуатационные качества (в частности, полное рабочее давление), так как данная конструкция дает возможность приваривать друг к другу сколь угодно большое количество накладок. Монтаж осуществляется при применении технологии сварки седловых деталей. Предварительное прижатие ремонтных муфт происходит с помощью специальных прижимных устройств или устройств собственного изготовления. В случае если повреждения трубы выходят за пределы центральной холодной зоны седлового элемента или зона сварки перекрывает место повре-

### Ремонт крупных повреждений производится при помощи так называемых ремонтных накладок

ждения, необходимо закрыть зазор между трубой и поверхностью седлового элемента ПЭ-материалом, например, с использованием ручных экструдеров.

Таким образом, полиэтиленовые трубопроводы прекрасно зарекомендовали себя в области водо- и газоснабжения. Несмотря на превосходные эксплуатационные качества ПЭ-сетей, полностью избежать производственных повреждений нельзя. Представленные в данной статье способы ремонта сетей из ПЭ с использованием механических фитингов или деталей с закладным нагревательным элементом предлагают технически элегантные и экономически выгодные альтернативы традиционно применяемой технологии ремонта. ●



# TEFLINE

# ROYAL

thermo



## ТЕФЛОНОВОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ ЖЕСТКОЙ ВОДЫ

 СДЕЛАНО В ИСПАНИИ

гарантия  
7 лет

- 100% пищевая латунь CW 617 N по ГОСТ №15527-2004
- Для тяжелых условий эксплуатации
- Предотвращает образование накипи
- Срок службы крана 50 лет
- От -30 °C до + 225 °C

[www.royal-thermo.ru](http://www.royal-thermo.ru)

на правах рекламы/ товар сертифицирован/ ООО "ТЕРМОСТАЙЛ" 777-19-72

 **РУСКЛИМАТ**  
Т Е Р М О

Москва: отдел продаж по Москве и МО: (495) 777-19-69, отдел региональных продаж: (495) 777-19-78;  
Абакан (3902) 305-069, Астрахань (8512) 54-15-56, Барнаул (3852) 377-711, Балаково (8453)68-24-24,  
Бийск (3854)30-29-69, Волгоград (8442) 95-53-45, Воскресенск (496) 442-38-37, Дмитров (496) 225-48-33,  
Иркутск (3952)336-571, Калуга (4842) 565-535, Кемерово (3842) 452-105, Краснодар (861) 212-55-16,  
Красноярск (391) 205-25-50, Курган (3522) 225-550, Нефтекамск (34783) 3-59-19, Новокузнецк (3843) 79-48-39,  
Новосибирск (383) 363-35-30, Омск (3812) 46-77-77, Октябрьский (34767) 5-40-69, Оренбург (3532) 66-00-56,  
Ростов-на-Дону (863) 2-698-698, Санкт-Петербург (812) 350-14-14, Саратов (8452) 277-622, Сальск (86372) 5-43-20,  
Ставрополь (8652) 225-777, Sterлитамак (3473) 200-587, Тольятти (8482) 691-000, Томск (3822) 900-996,  
Тюмень (3452) 32-00-34, Уфа (347) 275-6000, Улан-Удэ (3012) 44-15-35, Чита (3022) 328743, Энгельс (8453)725-547.

## Циркуляционные насосы с механическим управлением. Обзор рынка

Циркуляционные насосы стали таким же неотъемлемым компонентом отопительной системы любого размера, как котел, трубопроводы и отопительные приборы. Они позволяют прокладывать протяженные тепло-трассы сложной конфигурации, экономить энергию, использовать трубопроводы меньших диаметров и, конечно, повышать комфорт пользователя.

Системы водяного отопления, оснащенные циркуляционными насосами, называют «насосными» или «с принудительной циркуляцией теплоносителя». Своё название циркуляционный насос получил благодаря выполняемой им функции. В замкнутых системах отопления с жидким теплоносителем насос не поднимает воду, а лишь перемещает её, создавая циркуляцию. В задачи циркуляционного насоса не входит подъем теплоносителя к отопительным приборам, а также участие в процессах заполнения и возмещения потери воды в системе.

Относительно места размещения насоса в системе существуют различные мнения. Самые распространенные из них: установка насоса на обратной линии для повышения срока его службы за счет перекачки теплоносителя с более низкой температурой; установка насоса на подающей линии во избежание попадания воздушных пробок в насос; установка насоса после расширительного бака (нейтральная точка) для более оптимального распределения давления в системе.

В индивидуальных отопительных системах используются циркуляционные насосы типа inline («инлайн»), то есть встраиваемые в трубопровод. Основная конструктивная разновидность таких насосов — с мокрым ротором. Ротор размещается в «стакане» из нержавеющей стали, а обмотки статора — вокруг

**В индивидуальных отопительных системах используются циркуляционные насосы типа inline (встраиваемые в трубопровод). Основная конструктивная разновидность таких насосов — с мокрым ротором**

него. Охлаждение мотора, таким образом, происходит самой перекачиваемой жидкостью.

Преимуществом является невысокий уровень шума, при правильном подборе оборудования такой насос работает практически беззвучно. Разумеется, избыточная или недостаточная мощность прибора приведет к его работе в неоптимальном диапазоне характеристик, что отрицательным образом скажется на корректном поддержании температурного баланса в помещениях, температуре устройства, производимых мотором шумах и сроке службы изделия.

Недостатком насосов с мокрым ротором является их ограниченная производительность в связи с невозможностью получать достаточное охлаждение при перекачке больших объемов теплоносителя. Поэтому данный тип приборов для искусственного побуждения воды применяется преимущественно в индивидуальных системах, где требуемый напор не превышает 20 м.



Автор: Людмила МИЛОВА, технический редактор журнала С.О.К.

Существуют также насосы с сухим ротором, где мотор охлаждается окружающим воздухом. Они могут иметь гораздо большую производительность по сравнению с насосами с «мокрым ротором» за счет возможности дополнительной установки охлаждающей системы (вентилятора) любой мощности. Приборы с вентиляторами применяют преимущественно в отопительных системах многоквартирного и районного масштаба, но некоторые производители (например, Unitherm и Xylem) изготавливают такие насосы и для бытовых систем. Мотор в них охлаждается через прорез на корпусе, поэтому уровень шума не превышает такого в мокророторных аналогах.

Смазка подшипников циркуляционного насоса с мокрым ротором также осуществляется теплоносителем системы отопления. Для этого должна быть обеспечена непрерывная циркуляция воды через гильзу насоса. Отсюда вытекает обязательное требование к монтажу насосов с мокрым ротором — их вал всегда должен находиться в горизонтальном положении.

Насосы с механическим управлением являются наиболее старыми и наиболее простыми по конструкции устройствами. Управление напором и расходом в них производится с помощью ограничения частоты вращения рабочего колеса. Такие устройства снабжены механическим двух- или трехпозиционным переключателем, реже до четырех-семи скоростей (например, насосы KSB Riovar, Riovar Z; Unitherm UPM...EK vario, а также Xylem Ecocirc).

Ввиду того, что данный режим эксплуатации далек от оптимального, поскольку подразумевает значительную погрешность при эксплуатации в условиях постоянного изменяющихся температурных условий в обогреваемых помещениях, сфера применения таких насосов ограничена системами с неизменным или слабо меняющимся расходом (например, для нагрева бойлера косвенного нагрева). Однако, ввиду финансовой доступности циркуляционные насосы данной категории пользуются неизменной популярностью при оборудовании индивидуальных отопительных систем, в том числе для корректировки просчетов при самостоятельном или непрофессиональном проектировании и монтаже.

Поскольку полное согласование напорно-расходных характеристик насоса с механическим управлением с потребностями отопительной системы невозможно, приборы этого типа не относят-



❖ Циркуляционный насос KSB Rio 50-40 F

ФОТО КОМПАНИИ-ПРОИЗВОДИТЕЛЯ.

ся к энергосберегающим. Однако сами по себе они могут быть в большей или меньшей степени экономичными ввиду успехов производителя в области сокращения мощности устройства с сохранением прежних характеристик производительности.

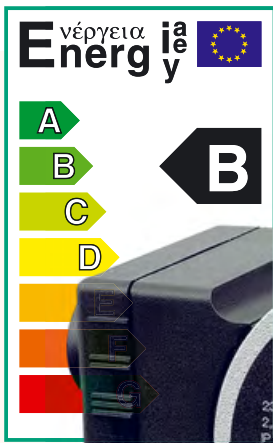
**Катафорезное покрытие наносится методом катодного электроосаждения — погружением детали в ванну с краской, при этом на деталь подается отрицательный заряд, а применяемый лакокрасочный материал имеет кислую среду**

Энергопотребление отдельных экземпляров было сокращено в достаточной мере для получения ими европейского класса энергоэффективности «В» (Grundfos UPS 100, 100 A; Halm HUPA; Unitherm UPC, UPC...B, UPC...BD, UPC...eco, UPM...EK vario; Xylem Ecocirc и некоторые другие) и даже «А». Многие европейские производители сумели добиться значительных успехов в экономичности даже для механических моделей не в последнюю очередь благодаря различным общеевропейским разработанным на их основании национальным директивам энергоэффективности, предписывающим производство оборудования с минимальными регламентированными характеристиками энергопотребления.

Бывает, что производитель заявляет две сходные по конструкции серии (Halm HUPA и HLPА), одна из которых получает категорию энергоэффективности «В», но имеет худшие параметры по производительности, другая же позволяет прокачивать гораздо большие объемы, но сертифицируется за счет этого лишь по классу «D». Разделение может происходить и в рамках одной серии с зависимостью от максимального напора (Unitherm все резьбовые серии, Xylem).

Западными производителями недавно был разработан метод повышения эффективности насоса — «электронная коммутация». Она может использоваться в любых моделях, в том числе и в механических. Она основана на микропроцессорном управлении и позволяет экономить до 10–15% электроэнергии.

Конструктивно эта технология воплощается следующим образом: ротор представляет собой постоянный магнит, статор состоит из нескольких электромагнитов. Положение ротора постоянно измеряется с помощью, например, индуцированного обратного электрического напряжения, полученного тока или же датчика Холла. Электромагниты в статоре коммутируются электронной путем замыкания и размыкания соответствующей перемычки, представляющей собой полевой или биполярный транзистор. Создается переменное электромагнитное поле, вращающее ротор. Управление осуществляется с помощью микропроцессора.



•• Циркуляционный насос Unitherm UPC 25-40

Фото компании-производителя.

Корпус насоса для систем отопления изготавливается обычно из чугуна. В редких случаях используются другие материалы, например, нержавеющая сталь (Grundfos 100, 100 A). Для защиты от коррозии используют различные покрытия. Первый, более дешевый вариант — лаковое покрытие. Его наносят только снаружи, внутренняя часть остается неокрашенной. Цвет может быть любой. Наносят его методом напыления.

Второй, более дорогой вариант — катодное покрытие. Оно наносится методом катодного электроосаждения, то есть погружения детали в ванну с краской, при этом на деталь подается отрицательный заряд (катод), а приме-

няемый лакокрасочный материал имеет кислую среду  $pH = 5,5-5,9$  (то есть в нем имеется много положительно заряженных ионов). В результате краска равномерно притягивается ко всей поверхности детали.

Преимущества катодного покрытия: равномерность покрытия шероховатого рельефа; гладкость покрытия, снижающее гидравлическое сопротивление; стойкость покрытия благодаря взаимодействию детали и краски на физическом и на химическом уровнях.

Бытовые циркуляционные насосы изготавливают с резьбовым (до DN 50) и фланцевым (до DN 100) присоединением, напором до 20 м, протоком

до 12,5 м<sup>3</sup>/ч в резьбовых моделях и до 140 м<sup>3</sup>/ч во фланцевых. Ряд производителей предлагает также двойные модели (Biral MD, LXD, LD, HXD; DAB VD, D; Grundfos UPSD 100, 100 F, 200 F; KSB Rio Z, Riovar Z; Unitherm UPC...BD, FD, FD1p; Wilo Star RSD, Top SD; Wirbel HUPD 3000), позволяющие увеличивать объем прокачиваемого теплоносителя до 80%.

Основной характеристикой насоса является напорно-расходный график, где по вертикали отложен напор в метрах, по горизонтали — проток в кубометрах или литрах в час. В открытых системах напор означает максимальную высоту подъема теплоносителя, в закрытых вы-

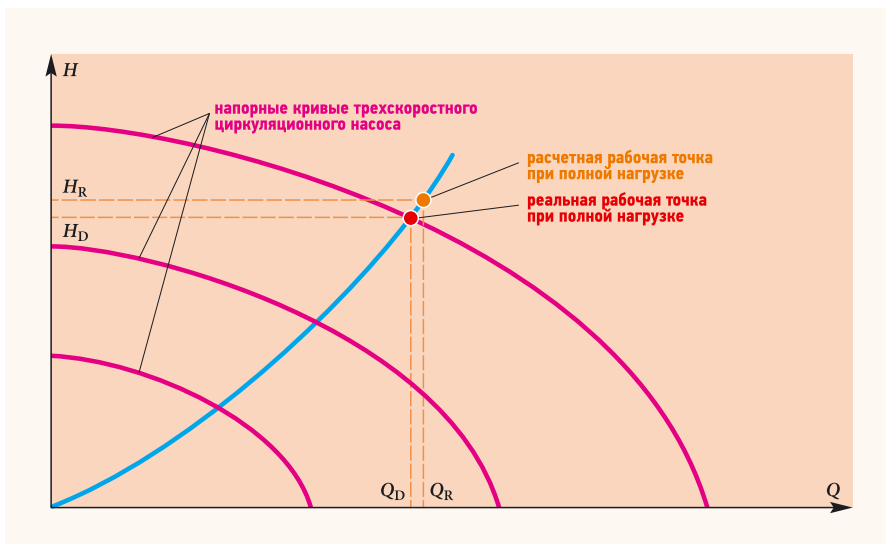
**Следует помнить, что КПД насоса максимален в средней трети отопительной кривой, следовательно, рабочая точка должна располагаться в середине графика кривой насоса**

сота роли не играет, а напор складывается из суммы гидравлических сопротивлений трубопроводов и приборов, которые теплоноситель должен преодолеть на своем пути.

График механического насоса представляет собой несколько кривых линий по числу скоростей. Подбор циркуляционного насоса начинается с определения рабочей точки системы. Это координата [максимальный возможный проток; максимальный напор], которую отмечают на графике, и ищут более-менее подходящий насос.

На рис. 1 приведен алгоритм подбора механического насоса. Характерные особенности такого насоса выражаются с помощью кривых, которые демонстрируют взаимозависимость напора  $H$  и протока  $Q$ . Насос с тремя скоростями имеет, соответственно, три кривые  $Q-H$ . График гидравлического сопротивления системы обозначен кривой  $0-R$ . В качестве расчетной точки  $R$  выбирается точка на кривой гидравлического сопротивления системы с максимальной величиной протока  $Q_R$ . Фактическая рабочая точка  $D$  представляет собой наиболее близкую к точке  $R$  точку пересечения кривых гидравлического сопротивления системы и кривой  $Q-H$  соответствующей скорости насоса.

Необходимо помнить, что КПД насоса максимален в средней трети отопительной кривой, следовательно, рабочая точка должна располагаться в середине графика кривой насоса, а не возле ее краев. ●



•• Рис. 1. Алгоритм подбора механического насоса

We measure it. **testo**

Новинка!  
Осень 2012



На правах рекламы.

# Точно. Надежно. Просто.



## testo 310. Анализ дымовых газов - это просто.

- Прочный и надежный газоанализатор для решения ежедневных задач
- Ресурс батареи до 10 часов
- Интегрированные меню для измерения: дымовых газов, тяги, уровня CO и давления

Фото компании-производителя.



•• Насос Grundfos UPS 25-40 180



•• Насос Lowara TLC 25-4L



•• Насос Wilo Star RS 25-8

Фото компании-производителя.

Фото компании-производителя.



•• Насос HALM HUPA 25-4.0 U180



•• Насос Unitherm UPC 25-60 B



•• Насос DAB A 80-180 M

Фото компании-производителя.

•• Технические характеристики циркуляционных насосов

табл. 1

Производитель	Модельный ряд	Макс. напор, м	Макс. проток, м³/ч	Проходное сечение, DN	Скорости	Ротор	Класс энергосб.	Монтажная длина, мм	Электроподкл., В	Кол-во моторов
BIRAL (Германия)	MX, M	до 8	до 10	20; 25; 32; 40	2; 3	мокрый	—	130; 170; 180	~230	одинарный
	MD	до 8	до 18	20; 25; 32; 40	2; 3	мокрый	—	130; 170; 180	~230	сдвоенный
	LX, L	до 12	до 140	32; 40; 50; 65; 80; 100	2	мокрый	—	180; 190; 220; 250; 270; 300; 340; 370; 400; 450	~230; ~400	одинарный
	LXD, LD	до 12	до 220	32; 40; 50; 65; 80; 100	2	мокрый	—	130; 170; 180	~230; ~400	сдвоенный
	HX	до 12,5	до 65	32; 40; 50; 65; 80	2	мокрый	—	180; 190; 220; 250; 270; 280; 340; 360	~230; ~400	сдвоенный
	HXD	до 12,5	до 135	32; 40; 50; 65; 80	2	мокрый	—	180; 190; 220; 250; 280; 340; 360	~230; ~400	сдвоенный
	SX <sup>3*</sup>	до 7,8	до 4	20; 25	3	мокрый	—	130; 180	~230	одинарный
DAB (Италия)	VA	2,7; 4,3; 5,4; 6,3	3; 3,6	25; 32	3	мокрый	—	130; 180	~230	одинарный
	VB	4,3; 5,4; 6,3	3; 3,6	25; 32	3	мокрый	—	120	~230	одинарный
	VD	5,4; 6,3	5,8; 7	32	3	мокрый	—	180	~230	сдвоенный
	A	5,9; 6,2; 6,8; 8,2; 11,2	7,9; 9,9; 10; 12,5; 14	40; 50	3	мокрый	—	180	~230; ~400	одинарный
	B	5,9; 6,2; 8,2	9,9; 10; 12,5; 14	40	3	мокрый	—	250	~230; ~400	одинарный
	D	5,9; 6,2; 8,2; 11,2	9,9; 10,9; 12,5; 12,9; 14	40	3	мокрый	—	250	~230; ~400	сдвоенный
GRUNDFOS (Германия)	UPS 100 (1* и 2*)	3; 4; 5; 6; 7	2,4; 2,8; 3,2; 4,2; 4,3	25; 32	3	мокрый	«В» (4; 6 м)	180	~230	одинарный
	UPS 100	4; 5; 6	3,7; 4,4	25	3	мокрый	—	180	~400	одинарный
	UPSD 100	5; 8; 10	7,5; 10,3; 13	25; 32	—	—	—	180; 220	~230	сдвоенный
	UPSD 100 F	5; 8; 10	7,5; 10,3; 13	40	—	—	—	250	~230	сдвоенный
	UPS 100 A (1* и 2*)	3; 4; 6	2,4; 2,8; 3,3	25; 32	3	мокрый	«В» (4; 6 м)	180	~230	одинарный

1\* Воздухоотводчик. 2\* Материал — чугун, нержавеющая сталь. 3\* Для солнечных систем.



:: Технические характеристики циркуляционных насосов

табл. 2

Производитель	Модельный ряд	Макс. напор, м	Макс. проток, м <sup>3</sup> /ч	Прходное сечение, DN	Скорости	Ротор	Класс энергоб.	Монтажная длина, мм	Электроподкл., В	Кол-во моторов
	Solar***	4; 6; 8; 12	1,9; 3,4; 3,7; 4,5	15; 25	2	мокрый	–	130; 180	~230	одинарный
	UPS 200 F	3; 6; 12; 18; 18,5	10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 26; 30; 32; 40; 44; 48; 50; 62; 70	32; 40; 50; 65; 80; 100	3	мокрый	–	220; 250; 280; 340; 360; 450	~230; ~400	одинарный
	UPSD 200 F	3; 6; 12; 18; 18,5	18; 21; 23; 28; 32; 34; 36; 40; 45; 54; 57; 64; 74; 85; 90; 120	32; 40; 50; 65; 80; 100	3	мокрый	–	220; 250; 280; 340; 360; 450	~230; ~400	сдвоенный
HALM (Германия)	HUPA	2,5; 4; 5; 6; 7	до 3,8	15; 25; 30	3	мокрый	«В» (2,5; 4 м)	130; 180	~230	одинарный
	HLPA	7	7	25; 30	3	мокрый	–	180	~230	одинарный
	HGPA	7; 8; 10; 12	12	–	3	мокрый	–	180	~230	одинарный
KSB (Германия)	Rio	до 13	до 67	25; 32; 40; 50; 65; 80; 100	3	мокрый	–	180; 220; 240; 250; 280; 340; 360	~230; ~400	одинарный
	Rio Z	до 13	до 118	32; 40; 50; 65; 80; 100	3	мокрый	–	220; 250; 280; 340; 360	~230; ~400	сдвоенный
	Rio C	2,7; 4; 6	до 4	25; 32; 40; 50; 65; 80; 100	3	мокрый	–	180	~230	одинарный
	Riovar	до 16	до 82	25; 32; 40; 50; 65; 80; 100	4	мокрый	–	180; 250; 280; 320; 340; 360; 395; 440; 475; 500	~230; ~400	одинарный
	Riovar Z	до 8	до 65	40; 50; 65; 80; 100	4	мокрый	–	250; 280; 320; 340; 360; 395	~230; ~400	сдвоенный
LOWARA (Италия)	TLC	4,2; 6,2; 7	2,8; 3,8	25; 32	3	мокрый	–	180	~230	одинарный
SPERONI (Италия)	SCR	4; 5,8; 7,5	3; 4; 7	25; 32	3	мокрый	–	180	~230	одинарный
UNIPUMP (Китай)	UPC	4; 6; 8	3,6; 4,6; 12,5	25; 32	3	мокрый	–	180	~230	одинарный
UNITHERM (Германия)	UPC	2,75; 4; 6; 8	2,7; 2,9; 3,5; 6,8	25; 32	3	мокрый	«В» (4 м)	130; 180	~230	одинарный
	UPC...B	4,1; 5,7; 6,8; 11,3	3,1; 3,2; 5,7; 8,7	25; 32	3	мокрый	«В» (4 м)	180	~230	одинарный
	UPC...BD	6,4; 7,3; 10,8	10,8; 14,3; 14,4	32	3	мокрый	–	180	~230	сдвоенный
	UPC...eco	4; 6	2,8; 3,4	25; 32	3	мокрый	«В» (4 м)	180	~230	одинарный
	UPM... EK vario	3,5; 5,7	2,4; 3	15; 20; 25	74*	сухой	«А» (4 м), «В» (6 м)	130; 180	~230	одинарный
	UPC...F	3,5; 6; 12	10; 13; 20; 25; 30; 33; 35; 50; 60; 70; 75	40; 50; 65; 80; 100	3	мокрый	–	250; 280; 340; 360	~400	одинарный
	UPC...FD	3,5; 6; 12	18; 22; 34; 38; 45; 55; 60; 85; 95; 120	40; 50; 65; 80; 100	3	мокрый	–	250; 280; 340; 360	~400	сдвоенный
	UPC...F1p	6; 12	11; 16; 22; 28	40; 50	3	мокрый	–	250; 280	~230	одинарный
	UPC...FD1p	6; 12	20; 26; 38; 48	40; 50	3	мокрый	–	250; 280	~230	сдвоенный
WESTER (Россия)	WCP	4; 6; 8; 9; 10; 12,5	1,5; 2,5; 2,7; 8,5; 10,5; 16,5; 26,5	15; 25; 32; 50; 65	3	мокрый	–	180; 300; 340	~230	одинарный
WILO (Германия)	Star RS	2,5; 4; 5; 5,7	2,7; 3,5; 4; 7; 8	15; 25; 32	3	мокрый	–	130; 180	~230	одинарный
	Star RSL1*	2,5; 4; 5; 5,7	2,7; 3,5; 4; 7; 8	15; 25; 32	3	мокрый	–	130; 180	~230	одинарный
	Star RSD	4; 5	6,5; 7,2	32	3	мокрый	–	180	~230	сдвоенный
	Top RL	4; 6,5; 7,5	6,5; 7; 9; 10,5	25; 32; 40	3	мокрый	–	180	~230; ~400	одинарный
	Top D	1; 2; 3	4; 7; 12; 15; 35; 55; 76	32; 40; 50; 65; 80; 100	3	мокрый	–	–	~230; ~400	одинарный
	Top S	4; 4,5; 5; 6; 7; 8; 10; 11; 15; 20	6; 7,5; 9; 11; 14; 17; 21; 24; 28; 32; 50; 70; 80	25; 32; 40; 50; 65; 80; 100; 125	2–3	мокрый	–	180; 240; 250; 280; 340; 360	~230; ~400	одинарный
	Top SD	4; 5; 7; 9; 10; 11; 13; 15; 16	10; 15; 20; 25; 30; 35; 65; 70; 85; 95; 105; 120; 130	32; 40; 50; 65; 80	2–3	мокрый	–	180; 240; 250; 280; 340; 360	~230; ~400	сдвоенный
	Star-ST3*	5; 6; 6,2; 9; 12	18; 2; 2,4; 3; 4	20; 25	3	мокрый	–	180	~230	одинарный
	Star-RSG3*	7; 8	5,2; 5,5	25; 32	2	мокрый	–	180	~230	одинарный
WIRBEL (Австрия)	HUP 2000	1,5; 2,5; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12	до 4,5	15; 25; 30	3	мокрый	–	130; 180	~230	одинарный
	HUP 3000	3; 6; 11	до 65	40; 50; 65; 80	3	мокрый	–	250; 280; 340; 360	~400	одинарный
	HUPD 3000	3; 6; 11	до 118	40; 50; 65; 80	3	мокрый	–	250; 280; 340; 360	~400	сдвоенный
XYLEM (Швеция)	Ecocirc	3,5; 5,7	2,4; 3	15; 20; 25	74*	сухой	«А» (4 м), «В» (6 м)	130; 180	~230	одинарный
«КАЛИБР» (Россия, Китай)	НЦ	4; 6; 15	до 3,1	15; 25; 30	3	мокрый	–	158	~230	одинарный

1\* Воздухоотводчик. 2\* Материал — чугун, нержавеющая сталь. 3\* Для солнечных систем. 4\* Бесступенчатый переключатель.

## Гидравлический режим системы водяного отопления

Приведены результаты исследования влияния запорно-регулирующей арматуры на гидравлику системы отопления в целом и на отдельных участках с учетом конструктивных особенностей. Оценено влияние балансировочных клапанов и терморегуляторов в совокупности с циркуляционным насосом на распределение теплоносителя в системе отопления.

В настоящее время в современных проектах систем отопления гражданских зданий имеется значительное количество различного вида арматуры и оборудования. В отечественной практике стали чаще использоваться балансировочные клапаны, терморегуляторы, узлы регулирования, регуляторы перепада давлений и расхода различных конструкций. Но одним из самых основных элементов, предназначенных для регулирования системы и для достижения максимально комфортных условий для людей в помещении, является терморегулятор. Важно заметить, что он позволяет не только обеспечить необходимое количество теплоты, отдаваемое отопительным прибором, но и воздействовать на гидравлику системы, автоматически регулируя ее.

Современной проблемой создания новых проектов является разрешение спора о том, какую регулирующую арматуру необходимо устанавливать в системах отопления, в каком количестве и на каких участках. Конечной целью расчета системы отопления и подбора ее оборудования является обеспечение необходимого значения теплового потока от отопительного прибора, для компенсации теплотеря здания в целом и достижения комфортных условий для пребывания людей в здании на протяжении всего отопительного периода.

Существуют два радикально разных способа обеспечения этих условий: отечественный и западный. Первый метод заключается в максимально возможном увязывании колец системы диаметрами участков и установки наименьшего количества регулирующей арматуры. Второй метод пришел в отечественную практику вместе с новыми видами арматуры из Западной Европы.

### При различном разрегулировочном воздействии на систему отопления происходит изменение характеристики сопротивления системы

Мы видим, что при различном разрегулировочном воздействии на систему отопления происходит изменение характеристики сопротивления системы. Однако клапаны вполне могут «отрегулировать» системы так, чтобы в каждый прибор поступало необходимое количество теплоносителя.

Такое регулирование имеет определенные рамки, связанные с перепадом давлений на клапане и фиксированным диапазоном его пропускной способности. Вот если бы каждый стояк состоял не из трех, а из десяти приборов, и мы отключили бы первый стояк, то возможно, что пропускная способность клапанов второго стояка должна была упасть до минимальных значений, при этом резко повысился бы перепад давления на них. Но этот факт необходимо доказать расчетом для конкретной системы. А если таких стояков было бы не три, а двадцать, то отключение одного стояка слабо бы воздействовало на гидравлику всей системы отопления. Этот фактор также обусловлен характеристикой насоса.

Рассмотрим **второй случай**. На подающем теплопроводе установлен балансировочный клапан. В таком случае общая характеристика сопротивления, а вместе с ней и потери давления в системе значительно увеличатся из-за того, что балансировочный клапан имеет значительные потери давления в своей конструкции. Следовательно, насос на такой системе будет более мощный.



В расчетных условиях (все приборы работают) пропускные способности клапанов у приборов будут в диапазоне от 0,23 до 0,43 (м<sup>3</sup>/ч)/бар<sup>0,5</sup>, а перепады давлений от 1097 до 2574 Па. Пропускная способность балансировочного клапана будет иметь значение 0,95 (м<sup>3</sup>/ч)/бар<sup>0,5</sup>, а перепад давления составит 12 262 Па.

Проведем те же операции по разрегулировке системы, что и в первом случае.

При отключении стояка или одного отопительного прибора мы можем отрегулировать систему. Однако одного балансировочного вентиля будет недостаточно, так как он не будет влиять на коэффициенты затекания воды в стояки и приборы, а будет изменять только общую характеристику сопротивления всей системы. Важно отметить, что при отключении первого прибора пропускные способности клапанов у приборов будут в диапазоне от 0,21 до 0,49 (м<sup>3</sup>/ч)/бар<sup>0,5</sup>, а при отключении стояка в диапазоне от 0,2 до 0,39 (м<sup>3</sup>/ч)/бар<sup>0,5</sup>.

Эти цифры показывают, что отклонение расчетных значений пропускных способностей клапанов меньше относительно первого случая (без применения балансировочного клапана).

Наконец, рассмотрим **третий случай**. На каждом стояке стоит пара балансировочных клапанов (регулирующий и дублер) соединенных между собой импульсной трубкой, с помощью которой поддерживается постоянный перепад давления на стояке. Принцип работы заключается в том, что данная пара клапанов поддерживает постоянный расход на стояке при постоянном перепаде давления. Грубо говоря, регулирующий клапан изменяет свою пропускную способность в зависимости от считываемого значения перепада давления на стояке, тем самым поддерживая постоянный расход. Однако, если учитывать, что характеристика насоса не является линейной (для стандартных насосов), то при одном и том же перепаде давления на стояке расход может быть абсолютно различным. Исследуем эту схему аналогично предыдущим.

Вторая система хороша тем, что часть регулирующего воздействия на себя берет балансировочный клапан, а точность регулировки составляет от 7 до 9 %.

Сложность регулировки заключается в том, что балансировочный клапан будет обслуживать специалист, хорошо знакомый с гидравликой данной системы, который будет знать, насколько надо увеличить сопротивление на клапане в случае отключения элементов системы отопления.



Третья система очень хороша в плане автоматической регулировки. Почти всю регулируемую способность на себя берут балансировочные клапаны, и точность регулировки достигла в наших исследованиях 1–5%. Однако стоимость такой системы будет значительна и будут велики затраты на сервисное обслуживание клапанов.

### Выводы

Выбор количества и типа арматуры зависит во многом от назначения здания и вида его эксплуатации. Например, если это жилое или административное здание, в котором не предусматривается полное длительное отключение целых стояков или ветвей (только в аварийных случаях), то вполне можно применить классический отечественный метод увязки колец диаметрами труб. Следуя требованиям энергоэффективности, желательно у каждого прибора установить терм клапаны (с термостатической головкой, датчиком или дешевым ручным регулятором). Это обеспечит и автоматическую регулировку системы при необходимости, и поддержание комфортных условий в каждом помещении.

Если провести качественный гидравлический расчет системы, то можно обойтись и без регуляторов. Нужно просто установить клапаны с определенной пропускной способностью и зафиксировать ее. Тогда комфорт будет достигнут тогда, когда вся система отопления полностью эксплуатируется.

Если проектируется система отопления в здании, например гостиницы, где регулирование теплоотдачи прибора является одной из важных составляющих достижения комфорта, или фитнес-центры, где не все помещения находятся в постоянной эксплуатации, то очень важно учесть разрегулировочное воздействие системы. Могут отключать-

ся не только отдельные приборы в отдельных помещениях, но и целые стояки, ветви, корпуса. Здесь можно предложить два способа регулирования.

Первый способ если этажность и протяженность здания довольно велика, здание имеет много крыльев корпусов, а регулирования невозможно достичь только за счет клапанов у приборов, то можно установить достаточное количество регулирующих арматуры и автоматики на всей системе отопления. При любом разрегулировочном воздействии на систему будет восстановлен необходимый расход на каждом приборе.

### Второй способ предлагает разбить систему отопления на несколько и провести качественный гидравлический расчет

Первый способ имеет ряд положительных качеств, таких как упрощенный гидравлический расчет, точное регулирование системы при различных воздействиях, пониженный расход металла и возможность организовать один мощный тепловой пункт в большом здании, а систему отопления протяженной.

Минусы первого способа будут существенными: завышенный расход электроэнергии, необходимость обслуживания системы, меньшая надежность всех элементов, капитальные затраты на саму регулируемую арматуру.

Второй способ предлагает разбить систему отопления на несколько систем, провести качественный гидравлический расчет и обеспечить регулирование только за счет клапанов у приборов. Таким образом при необходимости можно отключить целую систему отопления, что никаким образом не повлияет на остальные системы. ●

ОТОПЛЕНИЕ

## Комфортное отопление и горячее водоснабжение от Electrolux

Вопрос индивидуального отопления становится все более актуальным в нашей стране вне зависимости от региона. И причины тому очевидны — активное загородное строительство, систематические проблемы с отоплением и горячим водоснабжением в городах, суровые зимы, регулярные сбои в работе коммунальных служб.



Фото компании «Русклимат»

В России наиболее популярны газовые котлы, работающие на этом одном из самых доступных и дешевых видов топлива. На рынке представлено много различных решений — от довольно экономичных до элитных, и выбирать действительно есть из чего. Вместе с тем, необходимо помнить, что газовый котел — покупка не на один-два года. Прибор должен не только эффективно справляться с задачами отопления и горячего водоснабжения, но и соответствовать самым высоким требованиям надежности и безопасности. Для того чтобы свести вероятность риска к минимуму и обеспечить комфортный микроклимат в доме в любое время года, следует обращаться только к профессиональным производителям отопительного оборудования с заслуженной репутацией, предлагающим современную и качественную технику, хорошо «знакомую» с российскими реалиями. К таким, например, как Electrolux.

В модельном ряду компании представлены как настенные котлы, так и напольные. И те, и другие отличаются компактными размерами, продуманной автоматической системой управления, высочайшей степенью надежности и безопасности, европейским дизайном и доступной ценой. В ассортименте представлены как упрощенные модели (работающие только на отопление), так и многофункциональные, которые могут быть использованы в системе отопления и с радиаторами, и с теплыми полами, работающими не только на обогрев помещений, но и на нагрев горячей воды.

В линейку настенных котлов Electrolux входят две модели: Basic и Hi-Tech с диапазоном мощностей от 11 до 32 кВт.

Серия Basic представлена одно- и двухконтурными котлами с открытой или закрытой камерой сгорания. Двухконтурные котлы имеют медный битермический теплообменник. Эта серия проектировалась специально для индивидуального отопления с возможностью установки в условиях ограниченного пространства. Она идеально подходит для

систем поквартирного отопления или частного домостроения площадью от 40 до 200 м<sup>2</sup>.

Котлы серии Hi-Tech представлены только двухконтурными котлами с отдельными теплообменниками. Они предназначены для снабжения горячей водой и организации систем отопления частных домов и коттеджей площадью до 300 м<sup>2</sup>. Котлы имеют интуитивно понятное управление и прекрасные эксплуатационные характеристики. Уникальные возможности настенных котлов Electrolux серии Hi-Tech позволяют реализовывать любые инженерные решения, связанные с проектированием и монтажом современных отопительных систем.

### В линейку настенных котлов Electrolux входят две модели: Basic и Hi-Tech с диапазоном мощностей от 11 до 32 кВт

Оригинальные технические решения и традиционное европейское качество приборов Electrolux помогают без лишних затрат реализовывать современные проекты отопления и горячего водоснабжения. Это возможно исключительно благодаря использованию инновационных технических и программных разработок. В чем же заключается новаторство Electrolux, и почему котлы так удобны в эксплуатации? Если говорить об отоплении, то все модели настенных котлов поддерживают систему беспроводного управления Fly-by-Wire, за счет которой можно дистанционно управлять котлом из любого помещения вашего дома. Помимо этого сам пульт управления может работать в режиме программируемого комнатного термостата, что позволяет автоматически поддерживать комфортную температуру в помещениях.

Еще одна полезная функция — автоматическое погодозависимое управление (ETC) — дает возможность котлу самостоятельно регулировать мощность нагрева теплоносителя,

Статья подготовлена пресс-службой компании ООО «Русклимат Термо»

исходя из температуры за окном. Это значительно облегчает жизнь пользователю и помогает сэкономить значительную часть расходов на энергоноситель. Благодаря встроенному программатору можно задавать режим работы котла на каждый час в течение недели, что экономит до 25% затрат за отопительный сезон.

Вторая приоритетная функция котла — это нагрев горячей воды для хозяйственных нужд. И тут Electrolux предусмотрел все. Высокочувствительная система динамической стабилизации температуры (DTC) постоянно фиксирует расход воды на входе в котел и отслеживает температуру горячей воды на выходе из него, надежно защищая вас от скачков температуры и возможности получить ожог. С активированной функцией Water Recall котел автоматически поддерживает температуру в контуре горячего водоснабжения на уровне 42 °С, что обеспечивает мгновенную подачу горячей воды к водоразборному крану, как только вы его откроете.

За долговременную и безопасную работу котлов отвечает более 20 различных систем. Так, функция ионизационного контроля фиксирует наличие пламени на горелке, и при его отсутствии автоматика перекрывает подачу газа через газовый клапан. Дифференциальный манометр следит за кор-



Фото компании «РусСимат»

ректной работой вентилятора дымоудаления и блокирует работу котла при пропадании тяги в дымоходе.

Настенные котлы Electrolux максимально адаптированы к работе в «советских» электрических сетях. Например, при понижении питающего напряжения до 180 В котел автоматически перейдет в режим ожидания, а в случае перебоев с электроэнергией предусмотрен автоматический перезапуск оборудования. Если вам необходимо отопить или обеспечить горячей водой большое по пло-

щади помещение (например, загородный коттедж), Electrolux предлагает напольные газовые котлы серий FSB с чугунным теплообменником в мощностном диапазоне 15–200 кВт. Как и настенные котлы, эти модели отличаются продуманной системой управления. Благодаря электронной модуляции изменения мощности и встроенной функции погодозависимого управления (ETC) автоматика напольных котлов умеет находить оптимальный режим работы горелки вне зависимости от внешней температуры и площади отапливаемых помещений. Если Вам, помимо отопления, необходим нагрев горячей воды, то с помощью функции приоритета ГВС — Hot Water Priority — котел направит всю свою мощность на скорейшее достижение поставленной задачи. Встроенная функция Antilegionella, предназначенная для предотвращения появления и развития вредных бактерий в бойлере косвенного нагрева горячей воды, сделает воду совершенно безопасной.

Котлы с теплообменниками, выполненными из чугуна, славятся своей долговечностью и надежностью — срок их эксплуатации около 25 лет. В обычных котлах чугунный теплообменник состоит из нескольких секций, соединенных между собой специальными стальными ниппелями, благодаря которым достигается механическая прочность и герметичность теплообменника в целом. Для еще большей надежности чугунного теплообменника и его устойчивости к тепловым и гидравлическим деформациям инженеры применили совершенно новую технологию уплотнения секций — Drop Stop. В этом случае каждая секция уплотняется при помощи прокладок, выполненных из кремнийорганических синтетических полимеров. Этот материал обладает высокой эластичностью, износостойкостью и исключительными высокотемпературными характеристиками.

Кроме того, разработчики предложили передовую технологию конструкции горелки Nano Flame, обеспечивающую стабильный розжиг и возможность длительной работы атмосферной горелки при крайне низком давлении газа — от 3,5 мбар. Благодаря запатентованной форме и геометрии рассекателей горелки поверхность пламенных труб не нагревается до высоких температур при «просадке» пламени. Это увеличивает ресурс горелки в несколько раз.

В заключение хотелось бы добавить, что решения Electrolux не первый год широко применяются в России, пройдя успешную проверку в различных климатических зонах. Что из этого выбрать — решать вам. Главное не забывать, что газовый котел — это высокотехнологичное оборудование, и доверить его монтаж и сервисное обслуживание можно только профессионалам. ●



Фото компании «РусСимат»

## Автономные отопительные системы

Переход на автономное теплоснабжение наиболее предпочтителен в крупных городах при комплексной реконструкции жилых домов с газовым обеспечением, в том числе массовой застройки первого и второго периодов индустриального домостроения, что позволит значительно снизить эксплуатационные затраты и повысить эффективность реконструктивных мероприятий.

Существующая концепция теплоснабжения жилых и общественных зданий в крупных городах ориентирована, как правило, на централизованное теплоснабжение от крупных источников тепловой энергии (ТЭЦ, а также районные котельные).

«Болевые точки» централизованного теплоснабжения хорошо известны, однако основные из них необходимо напомнить, чтобы на основании сравнительного анализа обосновать альтернативную концепцию: необходимость прокладки и обслуживания протяженных теплотрасс, что сопряжено со значительными затратами и потерями тепла (до 25%); энергетические потери на транспортировку теплоносителя; отчуждение городской земли под теплотрассы и ЦТП; участвующая аварийность, вызванная изношенностью сетей, отслуживших свой срок, сопровождающаяся временным отключением теплоснабжения большого числа абонентов; ежегодные трехнедельные отключения ГВС; недостаточная маневренность системы, обусловленная как большой технической инерционностью крупных источников теплоснабжения, так и командным стилем управления теплоснабжением (включить, отключить); ремонт теплотрасс, который в определенный период превращает город в «прифронтовой» (рытье траншей, горы извлеченного грунта и т.д.); несоответствие тарифной политики рыночным отношениям.

В результате имеем повышенные тарифы на тепло, которые более чем в три раза превосходят затраты на отопление аппаратом АОГВ, теплотехнические характеристики которого довольно низки — КПД всего 82%.

В связи с расширением строительства в сельской местности собственного жилья в последнее время получило широкое распространение индивидуальное теплоснабжение, которое наряду с очевидными преимуществами имеет определенные недостатки. Во-первых, при индивидуальном теплоснабжении недостаточно используется теплота сгорания топлива, во-вторых, такое теплоснабжение более опасно при эксплуатации, чем централизованное.

Автономное теплоснабжение, обслуживающее дом или несколько домов, расположенных компактно, находится как бы в промежутке между централизованным и индивидуальным. Оно характеризуется удобствами, присущими как индивидуальному, так и централизованному теплоснабжению, но не имеет их недостатков. В частности, потери тепла и затраты электроэнергии на транспортировку теплоносителя сведены к минимуму. Автономное теплоснабжение имеет высокую маневренность — подача тепла строго в соответствии с погодными условиями и круглогодично без перерывов подачи горячей воды. Также полностью исключены затраты

на содержание теплотрасс, а городская территория может быть использована с большей эффективностью.

И, наконец, очень важный момент — при автономном теплоснабжении (в том случае если котельная находится в собственности потребителей тепла) оплата тепловой энергии осуществляется в соответствии с фактическими затратами. Все это, вместе взятое, может уменьшить оплату населением за теплоснабжение как минимум в 2,5 раза.

Для автономных источников теплоснабжения используются, как правило, водогрейные котлы теплопроизводительностью от 0,2 до 4 Гкал/ч. Характеризуя представленные на рынке отопительной техники отечественные и зарубежные образцы котлов в указанном диапазоне нагрузок, нельзя не заметить, что они в подавляющем большинстве конструктивно выполнены по единой схеме (газотрубный тип). Поэтому имеют весьма близкие характеристики по металлоемкости, габаритам и теплотехническому совершенству (КПД в пределах 89–93%), что лишним раз подчеркивает: в этом плане достигнут определенный предел и дальнейшее улучшение характеристик котлов по газотрубной конструктивной схеме вряд ли возможно.

### Для автономных источников теплоснабжения используются, как правило, водогрейные котлы теплопроизводительностью от 0,2 до 4 Гкал/ч

Действительно, если пересчитать КПД котла — 92% по низшей теплоте сгорания (видимой) на высшую (полную) теплотворную способность природного газа, то КПД будет не так велик — всего 82,5%. Это означает, что недоиспользование теплоты сгорания составляет 17,5%. Именно этот резерв необходимо преобразовать в полезное тепло и как можно полнее. Для решения этой задачи наиболее эффективно использование котлов водогрейных поверхностно-контактных газовых (ВПКГ). Они представляют собой особый класс водонагревательных устройств, в которых используется два способа теплопередачи между газами и жидкостью.

Сначала нагрев воды производится на поверхности керамической теплоутилизационной насадки (контактный способ), а затем вода нагревается до барометрической температуры кипения и происходит ее деаэрация (в теплопередающей поверхности топочной камеры, а также и газотрубного конвективного пучка).

В отличие от традиционных котлов в котлах ВПКГ теплообмен между средами производится при атмосферном давлении.

# Незабываемый комфорт с De Dietrich

Нагревательные котлы

на правах рекламы / товар сертифицирован / ООО "ТЕРМОСТАЙЛ" 777-19-72



- Профессионализм
- Гарантия качества
- Сервис



**РУСКЛИМАТ**  
Т Е Р М О

Москва: отдел продаж по Москве и МО: (495) 777-19-69, отдел региональных продаж: (495) 777-19-78;  
Абакан (3902) 305-069, Астрахань (8512) 54-15-56, Барнаул (3852) 377-711, Балаково (8453) 68-24-24,  
Бийск (3854) 30-29-69, Волгоград (8442) 95-53-45, Воскресенск (496) 442-38-37, Дмитров (496) 225-48-33,  
Иркутск (3952) 336-571, Калуга (4842) 565-535, Кемерово (3842) 452-105, Краснодар (861) 212-55-16,  
Красноярск (391) 205-25-50, Курган (3522) 225-550, Нефтекамск (34783) 3-59-19, Новокузнецк (3843) 79-48-39,  
Новосибирск (383) 363-35-30, Омск (3812) 46-77-77, Октябрьский (34767) 5-40-69, Оренбург (3532) 66-00-56,  
Ростов-на-Дону (863) 2-698-698, Санкт-Петербург (812) 350-14-14, Саратов (8452) 277-622, Сальск (86372) 5-43-20,  
Ставрополь (8652) 225-777, Sterлитамак (3473) 200-587, Тольятти (8482) 691-000, Томск (3822) 900-996,  
Тюмень (3452) 32-00-34, Уфа (347) 275-6000, Улан-Удэ (3012) 44-15-35, Чита (3022) 328743, Энгельс (8453) 725-547.



www.worldwallpaperfree.com

Удачное сочетание двух способов теплопередачи позволяет иметь на всех режимах работы продукционную воду, соответствующую требованиям стандартов к качеству сетевой воды при коэффициенте использования теплоты сгорания топлива на 15–17% больше, чем у традиционных водогрейных котлов (видимый КПД 108,72% по  $Q_c$  или 97,3% по  $Q_b$ ).

Более высокий коэффициент использования теплоты сгорания топлива в котлах ВПКГ достигается благодаря глубокому охлаждению продуктов сгорания нагреваемой водой на поверхности контактной насадки, в результате чего часть водяных паров, содержащихся в продуктах сгорания, конденсируется, а скрытая теплота конденсации используется для нагрева воды. Одновременно происходит и подпитка нагреваемой воды конденсатом. Количество сконденсированных водяных паров зависит от температуры питательной воды, и чем она ниже, тем выше эффективность процесса в целом.

Котлы ВПКГ встроены в топливосберегающую схему производства тепла, которая обеспечивается установкой за этим котлом теплоутилизационного теплообменника конденсационного типа, в котором производится окончательное охлаждение уходящих из котла газов и предварительный нагрев воды. Поскольку уходящие газы из котла имеют 100%-ю влажность, при входе в теплообменник сразу же начинается процесс конденсации водяных паров из газов, благодаря чему значительно интенсифицируется теплообмен и не требуется громоздкой поверхности нагрева. Нагретая в теплоутилизационном теплообменнике вода поступает для окончательного догрева до 60 °С в теплообменник ГВС и сливается в бак-аккумулятор, из которого в соответствии с потреблением подается в сеть ГВС.

Главное преимущество топливосберегающей технологии производства этих котлов — экономия природного газа, которая достигает 15% по сравнению с лучшими образцами зарубежной котельной техники. При этом КПД

процесса находится, по существу, на пределе максимально возможного значения. Следует подчеркнуть, что исключительно за счет экономии природного газа стоимость таких котлов окупается по истечении шести месяцев эксплуатации.

Еще одно преимущество технологии — пониженное (более чем в три раза) количество вредных компонентов в уходящих газах, отнесенное к полезному теплу. Объясняется это, с одной стороны, уменьшением расхода топлива, а с другой — эффективной организацией его сжигания.

### **Главное преимущество топливосберегающей технологии производства этих котлов — экономия природного газа**

Благодаря малым габаритам (в плане) котлов ВПКГ и отсутствием некоторых видов громоздкого оборудования (например, деаэраторов) обеспечивается компактное размещение оборудования в здании котельной.

Преимущества этого типа отопительных систем можно продемонстрировать следующим небольшим расчетом. На ТЭЦ при сжигании каждой тонны условного топлива получают примерно 20% электроэнергии, или 1,4 Гкал/ч (1,624 МВт), и 65% тепловой энергии — 4,55 Гкал/ч. Из отпущенного тепла до потребителя доходит не более 75%, 3,4125 Гкал/ч. При автономном теплоснабжении с применением котлов ВПКГ при практическом отсутствии теплопотерь затраты условного топлива на выработку 3,4125 Гкал/ч составят 448,48 кг. Тогда из одной тонны условного топлива (1 т.у.т.) на выработку 1,4 Гкал/ч (1,624 МВт) электроэнергии остается 551,52 кг, что соответствует КПД 36,3%.

При совмещении автономной теплофикации с производством электроэнергии на лучших зарубежных аналогах (газомоторных и дизельных электростанциях с КПД, рав-

ном 47%) реальная экономия топлива составит около 12,62%, и при этом полностью будут исключены расходы на строительство, содержание тепловых сетей и сопутствующие им энергетические затраты на транспортировку энергоносителя.

Таким образом, при переходе на автономное теплоснабжение обозначается вектор развития большой энергетики — достижение максимального КПД выработки электроэнергии, к чему должна подтолкнуть ее потеря значительного числа абонентов тепловой энергии. Та небольшая часть тепловой энергии, которая образуется на станции в виде побочного продукта (отбросное тепло) может продаваться потребителям по ценам, сопоставимым с ценами от автономных источников теплоснабжения.

Процесс перехода на автономное теплоснабжение должен иметь постепенный характер. Сначала следует оснащать автономными источниками тепла дома-новостройки, а также дома, расположенные в тех местах, где срок службы теплотрасс истек, либо в скором времени истечет. Механизм перехода на автономное теплоснабжение может быть следующим:

1. Для домов-новостроек — учитывая невысокую стоимость сооружения автономного источника тепла (около 200 руб. на квадратный метр отапливаемой площади, что менее 0,25% рыночной стоимости жилья), затраты на котельную следует отнести к общей стоимости жилья;
2. Для сложившейся застройки — содержание котельной может производиться на основе кредитов под проценты, которые погашаются в течение четырех-пяти лет за счет разницы между действующими тарифами на тепло и его фактической стоимостью от автономной котельной (в течение указанного срока жильцы платят за тепло по общепринятым тарифам).

Таким образом, источник теплоснабжения становится общественной собственностью с долей каждого жильца, которая учитывается при продаже (покупке) собственного помещения. По типу размещения автономные котельные могут быть крышными, встроенными, пристроенными и отдельно стоящими с полной автоматизацией и управлением с единого диспетчерского пункта, обслуживаемыми как один дом, так и группу жилых домов, объединенных, например, в кондоминиумы или ТСЖ.

Переход на автономное теплоснабжение наиболее предпочтителен в крупных городах при комплексной реконструкции жилых домов с газовым обеспечением, в том числе массовой застройки первого и второго периодов индустриального домостроения, что позволит значительно снизить эксплуатационные затраты и повысить эффективность реконструктивных мероприятий. ●



We measure it. **testo**



На правах рекламы.

**SUPER  
RESOLUTION**  
**4x**  
MORE PIXELS

## Не тратьте время на поиски утечек. Просто найдите их!

**С тепловизором testo 875 Вы легко обнаружите скрытые повреждения трубопровода.**

- Термограммы с разрешением 320x240 пикселей с технологией SuperResolution (детектор 160x120 пикселей)
- Большое поле зрения благодаря широкоугольному объективу на 32°
- Температурная чувствительность < 80 mK

ООО "Тэсто Рус" • +7 (495) 221 62 13 • [info@testo.ru](mailto:info@testo.ru) • [www.testo.ru](http://www.testo.ru)

ОТОПЛЕНИЕ

## Тепло NEVALUX в каждый дом

Первый месяц зимы показал, что газовые котлы и водонагреватели производства Концерна «Балтийская Газовая Компания» справляются с возложенной на них задачей, что называется, «на все сто». В широкой ассортиментной линейке NEVA и NEVALUX найдется котел и водонагреватель на любой кошелек, а качество и комфорт использования поразят даже самого взыскательного потребителя.

За годы своей работы Концерн «Балтийская Газовая Компания» зарекомендовал себя как лидер в производстве надежных газовых котлов и водонагревателей. Продукция Концерна известна и востребована во всех регионах России, а также в странах СНГ и ближнего зарубежья. Сегодня ассортиментный ряд газовых водонагревателей представлен моделями NEVA-4011, -4510 и -4511, NEVALUX-5514, -5611, -6011 и -6014. Эти водонагреватели подходят для обеспечения горячей водой как городских квартир, так и загородных домов. Вся линейка водонагревателей способна обслуживать сразу несколько водоразборных точек.

Газовые водонагреватели условно можно разделить на классы: «эконом», «компакт» и «комфорт». Стоимость влияет исключительно на технические характеристики и дизайн оборудования, но никак не на его качество. К примеру, более дорогие колонки оснащены цифровым дисплеем, позволяющим регулировать температуру нагрева воды с погрешностью  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Водонагреватели различаются также по своей производительности: в зависимости от модели она варьируется от 11 до 14 л воды в минуту при нагреве на  $25^\circ\text{C}$ .

Все модели спроектированы с учетом многолетнего опыта и европейских стандартов качества. Они бесперебойно работают даже при пониженном давлении воды. Добавив к этому стильный дизайн, многоуровневую систему безопасности, автоматическое зажига-

ние и два года гарантии, мы получим идеальный вариант современного водонагревателя.

Линейка настенных газовых котлов Концерна «Балтийская Газовая Компания» представлена моделями NEVALUX-7218, -7224, -8224, -8230, -8618 и -8624. В зависимости от объема они способны обогревать воздух в жилых помещениях площадью до 300 м<sup>2</sup>. По функциональности газовые котлы NEVALUX подразделяются на одноконтурные и более универсальные двухконтурные, на модели с открытой и закрытой камерой сгорания. Удобство управления котлом во много достигается посредством электронного табло, а также за счет использования пульта дистанционного управления.

Водонагреватели и котлы NEVALUX изготавливаются в соответствии с требованиями современных российских нормативов на современных производственных линиях «Армавирского завода газовой аппаратуры», оснащенных итальянским оборудованием, в тесной кооперации с Санкт-Петербургским заводом «Газаппарат». ●

### Концерн «Балтийская Газовая Компания»

192019, Санкт-Петербург,  
ул. Профессора Качалова, д. 3  
Тел. +7 (812) 321-09-09  
Факс: +7 (812) 412-60-27  
E-mail: info@baltgaz.ru  
www.baltgaz.ru



Фото Концерна «Балтийская Газовая Компания»

Статья подготовлена пресс-службой  
Концерна «Балтийская Газовая Компания»

**NEVA LUX**

**BaltGaz**  
БАЛТИЙСКАЯ ГАЗОВАЯ КОМПАНИЯ

Служба единой  
технической поддержки  
**8-800-555-40-35**  
(звонок по РФ бесплатный)

**NEVALUX-8230**  
Газовый котел



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

На правах рекламы.

ОТОПЛЕНИЕ

## Проектирование жилых домов с поквартирным отоплением

На сегодняшний день около 80% российского городского жилого фонда получает тепло от централизованных источников и всего 20% зданий оснащено системами поквартирного отопления. Тем не менее, последнее наиболее выгодно и городским властям, и строительным компаниям, и покупателям жилья.



Фото компании-производителя.

Поквартирное отопление — это автономное индивидуальное обеспечение отдельной квартиры в доме горячей водой для отопления и водоснабжения. Такой вид отопления широко развит в Европе. Например, в Италии индивидуальным отоплением обеспечено около 14 млн квартир. Строительство дома с поквартирным отоплением (ПО) может обойтись в несколько раз дешевле, чем ремонт теплосетей. Поэтому увеличивается количество зданий, возводимых по проектам, предусматривающим установку индивидуальных котлов для обслуживания каждой квартиры.

В нашей стране эта технология применяется в 40 регионах: Ленинградской, Белгородской, Тверской, Брянской, Калужской, Свердловской, Воронежской, Калининградской и многих других областях. Первый в России 10-этажный жилой дом с поквартирным отоплением был построен и введен в эксплуатацию в Смоленске в 1999 году организацией ООО «Гражданстрой».

«Главной целью стояло создание ни от чего не зависимой системы, ведь поквартирное теплоснабжение удобно именно автономностью — потребитель сам включает и выключает отопление в любой желаемый момент», — комментирует Владимир Шпаковский, директор ООО «ССУ специализированного строительного управления» Группы компаний «Гражданстрой».

Помимо колоссального удобства, для конечного потребителя индивидуальное отопление имеет еще одно весомое преимущество перед централизованным — первое обходится гораздо дешевле. «При поквартирном теплоснабжении человек платит в два-пять раз меньше, —

**Строительство дома с поквартирным отоплением вполне может обойтись в несколько раз дешевле, чем длительный и дорогой ремонт теплосетей**



Фото компании-производителя.

Автор: Ольга БОРИСОВА



Фото компании-производителя.

## Системы поквартирного отопления имеют больше плюсов, чем минусов

отопительный агрегат, работающий на взрывоопасном топливе — на газу. Однако при использовании качественного оборудования утечек и взрывов можно не бояться. «В строящихся домах мы устанавливаем итальянские настенные котлы тепловой мощностью 24 (эконом-класс) и 31 (комфорт) киловатт одновременно с контуром отопления и приготовления горячей воды», — рассказывает Михаил Козлов, технический директор ООО «Гражданстрой». — В них присутствует ионизационный контроль наличия пламени, отключающий газовый клапан, как только гаснет огонь. Это гарантирует отсутствие утечек газа».

утверждает Сергей Ватуйских, технический директор компании Вахи в России, ведущего производителя и поставщика систем отопления и водоснабжения. — Эта величина варьируется в зависимости от региона, тарифов на коммунальные услуги, особенностей выполнения системы отопления (например, наличия теплых полов) и других факторов».

Люди ценят комфорт, удобство и выгоду, именно поэтому все больше покупателей интересуются жильем с поквартирным теплоснабжением. «На сегодняшний день наша организация строит более тысячи квартир с индивидуальным отоплением в год, так как спрос на такое комфортное жилье постоянно растет», — подтверждает Владимир Шпаковский.

Конечно, первоначальные затраты со стороны строительной организации на возведение здания высоки — в каждую квартиру необходимо поставить котел, но при этом становится возможным вести строительство в районах, не обеспеченных развитой инфраструктурой

тепловых сетей. Заинтересованы в строительстве домов с ПО и органы исполнительной власти, так как это ведет к экономии — нет необходимости организации теплосетей и тепловых пунктов, исключаются потери тепла в теплосетях.

«Например, в Калуге на заседании горсовета несколько лет назад даже принималось решение, что строящиеся дома должны быть приоритетно с поквартирным теплоснабжением, так как в бюджете не хватало средств на дотации», — рассказывает Сергей Ватуйских.

Наряду с преимуществами у систем индивидуального отопления есть и недостатки. В первую очередь это сложность в организации дымоотвода. В России запрещены коаксиальные выбросы продуктов сгорания (через фасад здания), следовательно, необходима организация одного общего дымохода. Это дорогостоящий и трудоемкий процесс. Второй недостаток — повышенная опасность. В каждой квартире стоит

### Котлы и насосы в системе отопления

Важным фактором для строительных организаций является выбор партнеров по поставке отопительного оборудования. По словам специалистов-застройщиков, котлы выбираются по следующим критериям: качество, надежность в условиях российского климата и возможность проводить сервисное обслуживание непосредственно на месте установки оборудования. Многие производители котлов оставляют право на сервисное обслуживание за собой. Это причиняет массу неудобств для застройщиков и дилеров. Но некоторые компании (например, Вахи) проводят семинары для специалистов либо в своем учебном классе, либо на базе дилеров и региональных партнеров. Это дает право сотрудникам строительной компании, прошедшим обучение, осуществлять сервисное обслуживание отопительного оборудования.

**ВСЕГДА НА ЗВЕЗДНОЙ ВЫСОТЕ!**

**(343) 211-84-64**

**www.vesboursal.ru**

- Трубы больших диаметров
- Полипропиленовые трубы и фитинги
- Металлополимерные трубы PEX-AL-PEX, PERT-AL-PERT
- Бесшумная канализация
- Бесплатная доставка на объект
- Возможность отсрочки платежа
- Страховка от косвенного ущерба
- Рекламная поддержка для торговых предприятий

Первые два критерия зависят от компании-производителя котлов и того, какое оборудование (циркуляционные насосы и пр.) они устанавливают в свои изделия. Лучше не экономить средства и отдавать предпочтение известным производителям отопительных агрегатов, как правило, эти компании сотрудничают с ведущими производителями насосно-оборудования, и на выходе получается качественное, надежное изделие. «При помощи циркуляционного насоса охлажденная вода с необходимым напором поступает в нагревательный контур, а затем в отопительный стояк и радиаторы. После цикл повторяется, — поясняет принцип работы Сергей Ватуйских. — От выбранного насосного оборудования зависит долговечность и срок службы отопительного агрегата. Насосы для котлов VaXi выбирались по следующим критериям: надежность, бренд и стоимость при оптовых закупках. В итоге от 50 до 80 процентов котлов, производимых на заводе VaXi в течение последних нескольких лет, использовали циркуляционные насосы ведущего мирового производителя насосов Grundfos серии UP».

Надежность насосного оборудования зависит от его конструктивных особенностей. «У агрегатов серий UP, UPS, Alpha2 подшипники и вал выполнены из высокотехнологичной керамики, отверстия в подшипниковой пластине выполнены методом прожига лазером. Такое исполнение продлевает срок службы агрегата, — рассказывает Павел Антипов, руководитель направления розничных продаж компании Grundfos, ведущего мирового производителя насосного оборудования, в том числе и для систем

теплоснабжения. — Также керамические радиальные подшипники и упорный подшипник из графита не требуют технического обслуживания в течение всего срока эксплуатации насоса. Во избежание различных аварийных ситуаций статор электродвигателя защищен от перекачиваемой жидкости герметичной гильзой из нержавеющей стали».

Важным требованием к циркуляционному насосу является простота эксплуатации, ведь пользоваться отопительным агрегатом будут обычные люди, а не профессионалы. В современных котлах многие процессы, в том числе и проверка работоспособности оборудова-

ния, автоматизированы, поэтому у потребителя нет необходимости вызывать специалистов для профилактического осмотра. «Чтобы после временного простоя системы не произошло заклинивание вала, трехскоростному циркуляционному насосу требуется прогонка, — приводит пример Павел Антипов. — Для осуществления защиты от блокировки приборы серии UP подключаются к автоматике котла (плате управления, запрограммированной на заводе-изготовителе) — в этом случае, если циркуляционный агрегат не включался в течение 24 часов подряд, он автоматически запускается на 10 секунд». Циркуляционные насосы Alpha2 представляют собой оборудование нового поколения и не требуют внешнего сигнала управления. Высокоэффективные двигатели на постоянных магнитах создают высокие пусковые моменты (в 20 раз больше по сравнению с UPS) и запускают насос после сколь угодно длительного простоя.

**Индивидуальное отопление имеет еще одно весомое преимущество перед централизованным — первое обходится гораздо дешевле**



Фото компании-производителя.



Фото компании-производителя.



Фото компании-производителя.



Фото компании-производителя.

дельно, например, в детской будет теплее, чем в спальне».

Итак, системы поквартирного отопления имеют больше плюсов, чем минусов. Для строительных организаций нет необходимости в дорогостоящих тепловых сетях, появляется возможность вести строительство в районах, не обеспеченных развитыми коммуникациями.

### **Органы исполнительной власти экономят денежные ресурсы за счет отсутствия дотаций на коммунальные платежи и исключения потерь тепла в сетях**

Во всех моделях котлов Вахі насосы комплектуются автоматическим воздухоотводчиком — устройством, удаляющим избыточный воздух в системе отопления. Управление работой насосного агрегата осуществляется при помощи электронной платы, отвечающей за работу всего отопительного агрегата. К ней подключаются все датчики, защитные устройства, исполнительные механизмы. «С помощью автоматики можно задать

режим, при котором насос будет включаться периодически. Этот режим потребители часто используют во время отпуска, когда в постоянном теплоснабжении нет смысла, но в то же время помещение не остужается, — рассказывает Кирилл Афромеев, главный инженер профильной инженеринговой компании Terplowell. — Также можно задать такой режим работы, при котором каждая комната будет отапливаться от-

С помощью поквартирного отопления органы исполнительной власти могут экономить значительные денежные ресурсы за счет отсутствия дотаций на коммунальные платежи и исключения потерь тепла в тепловых сетях. Для конечных потребителей это дополнительный комфорт и удобство, отопление и горячая вода круглый год, вне зависимости от плановых отключений, способ сэкономить средства. ●

# VOLL

## Современный инструмент для монтажа труб

Сделано в Белоруссии

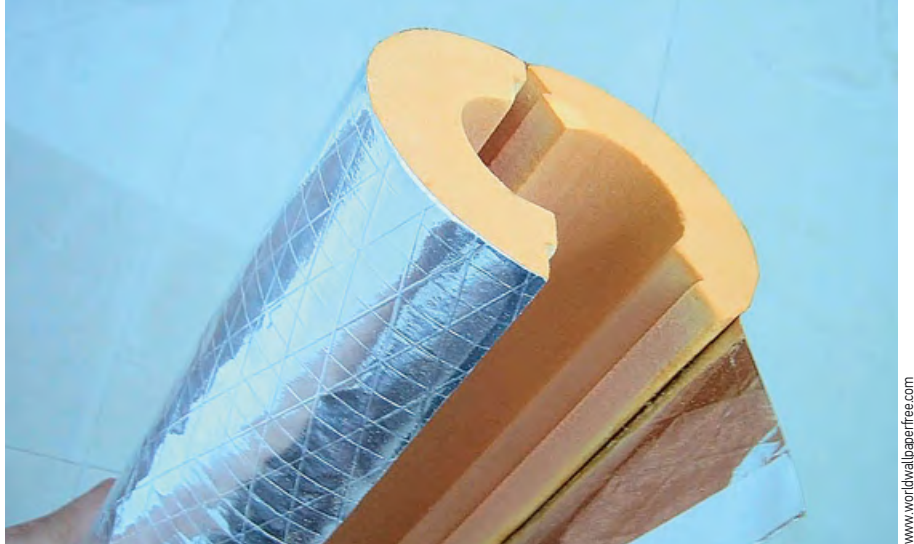


**VOLL – высокое качество по доступной цене**

- Алмазные сверильные машины
- Алмазный инструмент
- Оборудование для сварки полимерных труб

- Опрессовочные насосы
- Трубогибы гидравлические
- Резьбонарезное оборудование

«Центр Трубных Машин»  
117393, Россия, Москва, ул. Профсоюзная, д. 66, стр. 9  
Тел.: +7(495) 989-56-38, Факс: +7(495) 989-56-39  
www.voll.su sales@voll.su



www.worldwallpaperfree.com

## Пути повышения долговечности тепловых сетей

Надежность, долговечность и эффективность тепловых сетей может быть обеспечена применением промышленных конструкций трубопроводов с пенополиуретановой изоляцией. Потери тепла могут быть снижены в 10 раз, а эксплуатационные затраты — в девять.

Протяженность тепловых сетей в нашей стране составляет, по разным оценкам, от 180 до 280 тыс. км в двухтрубном исполнении. На сегодняшний день для 80 % трубопроводов тепловых сетей превышен срок безаварийной службы, более 30 % тепловых сетей находятся в ветхом состоянии и требуют ремонта, причем с каждым годом состояние ухудшается.

Если в 2007 году требовалось заменить каждый 7-й км, в 2012 году эта цифра возросла до 16,2 % (каждый 6-й км). Количество аварий и повреждений в тепловых сетях в 2012 году увеличилось с 0,1–0,2 (в 1980-е годы) до 3 на 1 км в год. Однако в настоящее время заменяются не более 0,5–1 % от общей протяженности сетей вместо 4–5 % по нормативу. При этом плановый ремонт практически уступил место аварийно-восстановительному, что в три-четыре раза дороже и менее качественно.

По статистике МЧС, за 2011–2012 годов аварии с нарушением теплоснабжения объектов ЖКХ были зарегистрированы в Бурятии, Карелии, Коми и Якутии, Усть-Ордынском автономном округе, Амурской, Архангельской, Волгоградской, Калужской, Калининградской, Камчатской, Кемеровской, Кировской, Ленинградской, Нижегородской, Новгородской, Новосибирской, Магаданской, Московской, Мурманской, Омской, Пермской, Ростовской, Самарской, Тульской, Челябинской, Читинской, а также Ульяновской и Сахалинской областях.

В России традиционно основным способом создания тепловых сетей являлась подземная, так называемая канальная прокладка, главным образом в непроходных каналах (84 %), с помощью бесканальной подземной прокладки выполняется примерно 10 % от общего объема работ. В качестве теплоизоляционных материалов в каналах как правило используются изделия из минеральной ваты (маты и плиты). Применение для этих целей цилиндров из минеральной и стеклянной ваты составляет не более 0,1 %.

На наш взгляд, основные причины катастрофического состояния российских тепловых сетей заключаются в массовом применении подземной канальной прокладки трубопроводов и использовании недолговечных теплоизоляционных материалов. Действительно, никакая гидроизоляция (защитные покрытия из стеклопластиков, гидроизола, полимерных пленок, штукатурки), а также гидрофобизация волокнистых материалов не защищают их от увлажнения при длительной эксплуатации, а следовательно и от ухудшения их теплофизических характеристик, прежде всего от увеличения коэффициента теплопроводности, а также от коррозии. Фактический срок службы таких трубопроводов для магистральных сетей составляет 12–15 лет, распределительных и квартальных сетей — семь-восемь лет, сетей горячего водоснабжения — три-пять лет, то есть значительно ниже нормативного, равного 25 годам.

### В России традиционно основным способом создания тепловых сетей являлась подземная, так называемая канальная прокладка

По мнению специалистов, выходом из кризисной ситуации в теплоснабжении, сложившейся в нашей стране, является широкое использование при строительстве и ремонте тепловых сетей трубопроводов с пенополиуретановой изоляцией.

Конструкции теплопроводов с пенополиуретаном (ППУ) и гидроизоляционным защитным слоем применяются в Америке и Западной Европе, особенно в северных странах, уже более 40 лет. Такой способ реализации тепловых сетей помог ряду стран развить систему централизованного теплоснабжения (Дания, Норвегия, Швеция и др.) и преодолеть энергетический кризис 1970-х годов.

**Автор:** И.Л. МАЙЗЕЛЬ, к.т.н., исполнительный директор Ассоциации производителей и потребителей трубопроводов с промышленной полимерной изоляцией



В России трубы с индустриальной пенополиуретановой изоляцией производятся и успешно эксплуатируются более 10 лет. За счет высокого качества трубопроводов затраты на их техническое обслуживание снижаются более чем в девять раз, вследствие чего стоимость тепловых сетей, приведенная к одному году эксплуатации, уменьшается на 20–30% по сравнению с аналогичной тепловой сетью, выполненной традиционным методом. При бесканальной прокладке тепловых сетей с трубами с ППУ-изоляцией в полиэтиленовой оболочке не требуется устраивать дорогостоящие каналы и камеры для установки запорной арматуры. в конструкции трубопроводов предусматривается система оперативного дистанционного контроля (СОДК), стоимость которой не превышает 1,5% от стоимости тепловой сети. Эта система позволяет своевременно выявлять и устранять возникающие дефекты (в первую очередь, увлажнение пенополиуретана), тем самым предотвращать аварии, типичные для тепловых сетей других конструкций. Кроме того, нет необходимости в защите трубопровода от блуждающих токов, а также в устройстве дренажа.

Обследование различных тепловых сетей ООО «Теплосеть сервис» показало, что за последние девять лет количество повреждений тепловых сетей в Москве составило для труб с ППУ-изоляцией около 0,01 на 1 км трассы в год, для прочих прокладок — более 1,2, причем основные повреждения труб с ППУ-изоляцией были связаны с механическими повреждениями при проведении земляных работ и разрушением элементов для подключения приборов СОДК — 62% и лишь 4% повреждений от внутренней коррозии и 0% от внешней.

Таким образом, технико-экономические расчеты, проведенные для новых конструкций теплопроводов, показывают, что их применение позволяет:

- увеличить срок службы до 30–40 лет (старые типы трубопроводов могут прослужить еще 5–10 лет);
- снизить тепловые потери в 10 раз — до 2% (старые типы трубопроводов могут обеспечить только 20–40%);
- снизить капитальные затраты на 15–20%, эксплуатационные — в девять раз, ремонтные — в три раза;
- уменьшить время прокладки в три-четыре раза;
- исключить влияние блуждающих токов (отсутствие внешней коррозии);
- исключить аварийность благодаря обязательной установке системы дистанционного контроля.

### Существенным преимуществом гибких труб является необходимость минимального количества неподвижных опор

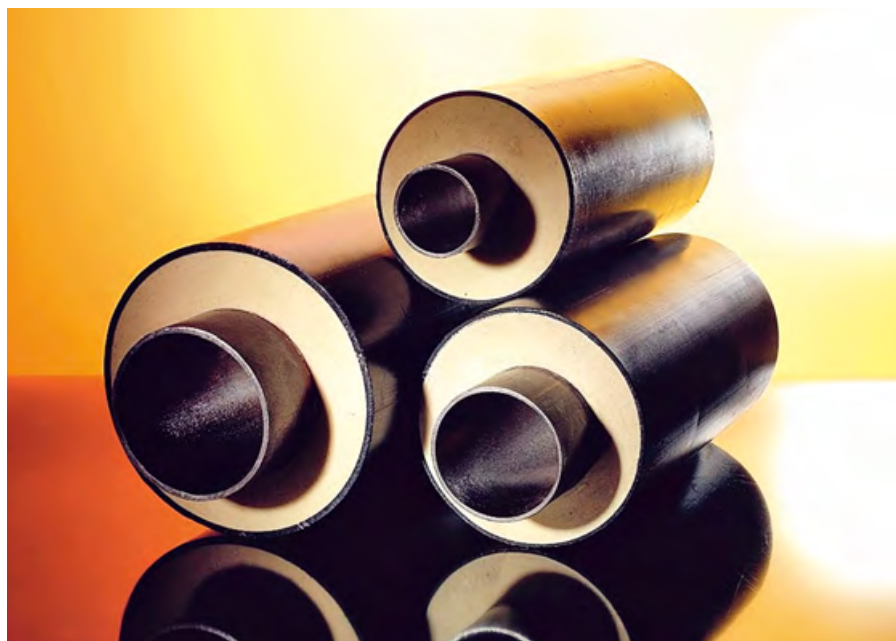
Достоинства современного метода строительства тепловых сетей настолько очевидны, что сегодня в нескольких регионах России (Вологодская область, Москва, Татарстан, Тюмень, Ханты-Мансийск, Екатеринбург, Бурятия и др.) приняты постановления об обязательном использовании труб с ППУ-изоляцией при прокладке тепловых сетей. В соответствии с московской городской целевой программой по энергосбережению предполагается модернизация систем теплоснабжения на основе использования бесканальной прокладки сетей в ППУ-изоляции. Следует отметить, что по данным Департамента топливно-энергетического хозяйства города Москвы, благодаря внедрению трубопроводов с ППУ-изоляцией в нескольких районах города (Южное Бутово, Люблино) уже целых три года не производится отключение горячего водоснабжения на гидравлические испытания.

Для сетей горячего водоснабжения с трубами диаметром до 160 мм, а также для тепловых сетей с температурным графиком 95–70°C, строящихся путем бесканальной прокладки, производятся гибкие теплоизолированные пенополиуретаном полимерные трубы из сшитого полиэтилена. Срок службы полимерных труб превышает 50 лет. Длина полимерных труб в бухте может достигать при диаметре 32 мм 1240 м, а при диаметре 110 и 160 мм — 420 и 185 м.

Замена полимерных труб на гибкие гофрированные нержавеющие стальные трубы позволяет повысить температуру применения такого комбинированного трубопровода до 130°C при диаметре труб до 127 мм. Эти трубы также выпускаются промышленностью (например, холдингом «Евротрубпласт»).

Существенным преимуществом гибких труб является необходимость минимального количества неподвижных опор, практически полное отсутствие стыковых соединений, компенсаторов, отводов. Все это делает трассу из гибких труб конкурентоспособной с теплопроводами из традиционных стальных труб. Область применения гибких труб — низкотемпературные внутриквартальные сети, протяженность которых значительно превышает протяженность первичных сетей. Очевидно, что заменить все износившиеся трубы в тепловых сетях на надежные и долговечные современные конструкции в ближайшие годы нереально, но стремиться к их использованию для нового строительства, реконструкции и больших объемов ремонтных работ необходимо. Это единственная возможность избежать «подземного Чернобыля».

В настоящее время в России созданы условия для широкого применения трубопроводов современных конструкций: в 35 регионах действуют около 80 предприятий, выпускающих трубы с индустриальной ППУ-изоляцией. Так, в Центральном округе около 35 предприятий, в том числе в Москве и Московской области 25 предприятий, в Северо-Западном — 8, в Поволжском, Уральском и Сибирском — по 9, в Южном — пять.



Общая примерная мощность этих предприятий составляет около 10 тыс. км в год как магистральных, так и разводящих трубопроводов (от 57 мм и ниже до 1200 мм). Однако из-за недостатка в финансировании ЖКХ мощность предприятий используется в среднем на 30–60%. Каждый год, начиная с 2000, выпускается и укладывается 2500–3000 км труб ТС и ГВ, что составляет до 10% потребности.

Для обеспечения массового и качественного применения трубопроводов с ППУ-изоляцией был разработан пакет нормативной документации:

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ 30732–2001 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке», в 2006 г. — новый ГОСТ;
2. СТ 4937-001-18929664–04 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана со стальным защитным покрытием»;
3. СП 41-105–2002 «Проектирование и строительство тепловых сетей бесканальной прокладки из стальных труб с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке»;
4. РД 10-400–2001 «Нормы расчета прочности трубопроводов тепловых сетей»;
5. Компьютерные программы «Старт»;
6. СНиП 41-02–2003 «Тепловые сети»;
7. СНиП 41-03–2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»;
8. СП 41-107–2004 «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов горячего водоснабжения из труб с ПЭ-С с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке» и др.

### Заменить все износившиеся трубы в тепловых сетях на надежные и долговечные современные конструкции в ближайшие годы нереально

Однако сдерживающими факторами широкого применения новой конструкции теплосетей в строительстве являются:

1. **Недофинансирование и как следствие:** закладывается традиционная канальная прокладка теплосетей; отсутствует ритмичность загрузки предприятия, что приводит к удорожанию продукции (с учетом стратегического значения решения задачи по поддержанию сетей централизованного теплоснабжения в работоспособном состоянии, необходимо выработать механизм дополнительного финансирования из государственных и внебюджетных источников программ реконструкции, нового строительства и замены тепловых сетей, путем льготного кредитования и направления на эти средства стабилизационного фонда; возможностях использования налогового стимулирования при реконструкции и строительстве тепловых сетей); необходимо создание государственной программы «Тепловые сети России».
2. **В строительстве.** Наличие негативного отношения некоторых строительномонтажных организаций вследствие понижения стоимости объекта при бесканальной прокладке теплосетей на 15–20%, комплектации объекта элементами полной заводской готовности, отсутствия опыта строительства теплосетей с ППУ-изоляцией у многих орга-

низаций, что ведет к снижению качества монтажа и дополнительным ремонтным работам, к увеличению сроков и стоимости объекта.

3. **В проектировании.** Сдерживающими факторами является отсутствие требования к лицензированию проектных работ для новых теплосетей с ППУ-изоляцией и ответственности за дефекты проектной документации.

4. **Не работает в полном объеме надзор за соблюдением требований к продукции производителей.**

Ведущим предприятием отрасли является ЗАО «Мосфлюлайн», выпустившее с 1995 года более 2200 км труб диаметром до 1220 мм высокого качества и полной комплектации.

В июле 2011 года состоялось выездное заседание НТС РАО «ЕЭС России» по теме «Проблемы строительства и монтажа теплопроводов из предизолированных ППУ-труб», которое решило:

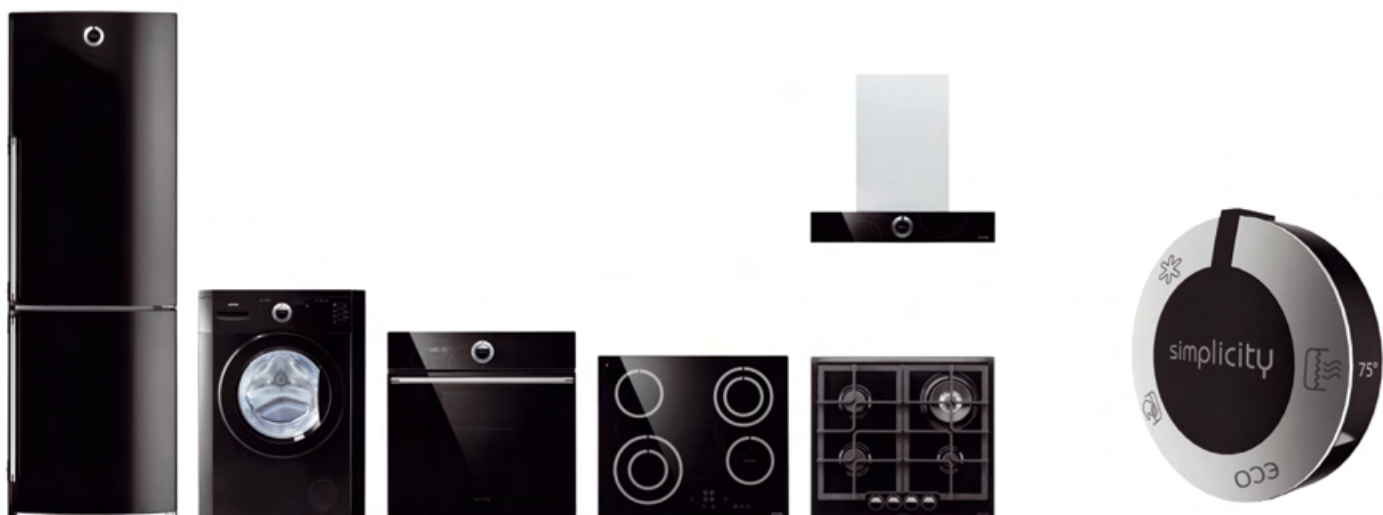
1. Рекомендовать широкое применение предизолированных пенополиуретановых трубопроводов для тепловых сетей ОАО РАО «ЕЭС России» при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте, что позволяет обеспечить надежность и долговечность теплотрасс и существенно повысить эффективность топливоиспользования за счет снижения потерь тепла через изоляцию.
2. Рекомендовать БЕ «Сервис», БЕ-1, БЕ-2, ОГК и ТГК:
  - 2.1. Не допускать реализации проектов, в основу которых заложено использование устаревших технологий и материалов, приводящих к неэффективному использованию энергоресурсов и финансовых средств, выделяемых на строительство, ремонт и эксплуатацию тепловых сетей.
  - 2.2. Поручить подведомственным проектно-конструкторским и эксплуатационным организациям ужесточить воднохимический режим тепловых сетей для защиты трубопроводов от внутренней коррозии (сетевая вода:  $O_2$  — 20 мг/дм<sup>3</sup>, хлориды — 30 мг/дм<sup>3</sup>, жесткость общая — 250 мг/дм<sup>3</sup>,  $pH = 9,5–10$ ; подпиточная вода:  $O_2$  — 10 мг/дм<sup>3</sup>, хлориды — 30 мг/дм<sup>3</sup>, жесткость — 50 мг/дм<sup>3</sup>,  $pH = 9,5–10$ ).
3. Для повышения уровня проектирования, строительства и эксплуатации теплотрасс использовать учебные центры, аналогичные существующим при таких компаниях, как ЗАО «Мосфлюлайн» и НПО «Стройполимер» Ассоциации производителей и потребителей трубопроводов с индустриальной полимерной изоляцией. ●





# МЕНЬШЕ РЕШАЙ, БОЛЬШЕ ЖИВИ

Присоединяйтесь к тенденции **simplicity**\*. Цените свое время. Сохраните его от сложных решений, контроля, траты энергии и денег. Начните жить проще. Выбирайте бытовые приборы, которые заботятся о вашем кошельке и окружающей среде. Выбирайте **simplicity**\*!



Коллекция **simplicity**\* доступна также в белом и алюминиевом цвете

ООО «Горенье БТ»: [www.gorenje.ru](http://www.gorenje.ru)  
 Центр поддержки пользователей: 8 800 700 05 15

\* симплисити

**gorenje**  
 Произведено в Европе

ОТОПЛЕНИЕ

## Обеспечение пиковой нагрузки ТЭЦ

На многих российских ТЭЦ необходимо применять технологии, повышающие коэффициент теплофикации. Они обеспечат рациональное использование отборов турбин при покрытии пиковой тепловой нагрузки путем использования низкотемпературного теплоснабжения и замену пиковых водогрейных котлов пиковыми сетевыми подогревателями.



www.worldwallpaperfree.com

Неотъемлемой частью систем теплоснабжения являются источники пиковой тепловой мощности. В течение двух последних десятилетий проблемам обеспечения пиковой нагрузки систем теплоснабжения не уделялось должного внимания. На практике сложилось устойчивое мнение, в соответствии с которым к пиковым источникам теплоты предъявлялись значительно меньшие требования по экономичности, чем к основному теплофикационному оборудованию ТЭЦ. Поскольку считалось, что основная тепловая нагрузка обеспечивается за счет высокоэкономичных отопительных отборов пара турбин, то пиковая нагрузка может покрываться от гораздо менее экономичных в эксплуатации, но относительно простых и дешевых водогрейных котлов. Предполагалось, что при обычно рекомендуемом коэффициенте теплофикации  $\alpha_{ТЭЦ} = 0,5-0,7$  время работы водогрейных котлов не должно ощутимо превышать 1000 часов в год, а отпуск теплоты от них — 10% от общего отпуска теплоты, поэтому ущерб от пониженной экономичности этих котлов для ТЭЦ невелик.

В действительности продолжительность работы пиковых водогрейных котлов превосходит проектные величины, а доля вырабатываемой этими котлами теплоты достигает 40–55%. Оценка современного состояния источников пиковой тепловой мощности показала, что в данной области имеется достаточно высокий энергосберегающий потенциал [1].

**Пиковая тепловая нагрузка обеспечивается с помощью пиковых водогрейных котлов, которые устанавливаются на ТЭЦ или в пиковых котельных районах теплоснабжения**

В настоящее время, при резко возросшей стоимости топлива, сформировавшийся несколько десятилетий назад подход к обеспечению пиковой нагрузки систем теплоснабжения нуждается в существенной корректировке.

Корректировка должна заключаться в значительном повышении требований к экономичности и надежности тех-



www.worldwallpaperfree.com

Автор: М.Е. ОРЛОВ, к.т.н., доцент,  
Ульяновский государственный технический университет (УлГТУ)

нологий обеспечения пиковых нагрузок систем теплоснабжения, при этом можно выделить несколько основных направлений работы [2].

Пиковая тепловая нагрузка систем теплоснабжения может обеспечиваться различными способами. Традиционно пиковая тепловая нагрузка обеспечивается с помощью пиковых водогрейных котлов, которые устанавливаются на ТЭЦ или в пиковых котельных района теплоснабжения. Недостатками этих технологий являются пониженные надежность и экономичность, которые связаны с высоким температурным режимом, периодичностью работы, несовершенством конструкции, низкими КПД, существенными затратами на водоподготовку, недостаточным использованием преимуществ теплофикации.

Так как в современной обстановке, характеризующейся крайним дефицитом средств в энергосистемах на капитальное строительство, трудно рассчитывать на ввод новых, более экономичных пиковых источников теплоты, то одним из путей повышения экономичности является реконструкция существующих водогрейных котлов и другого оборудования, осуществляемая при разумном минимуме капиталовложений.

### Преимуществом теплофикации является совместная выработка тепловой и электрической энергии на ТЭЦ

Поскольку в крупных пиковых водогрейных котлах ПТВМ и КВГМ слабо развиты хвостовые поверхности нагрева, то наиболее перспективным направлением повышения тепловой экономичности водогрейных котлов является снижение потерь теплоты с уходящими продуктами сгорания, температура которых нередко превышает 200 °С, а потери теплоты с уходящими газами составляют более 10–15 % [3].

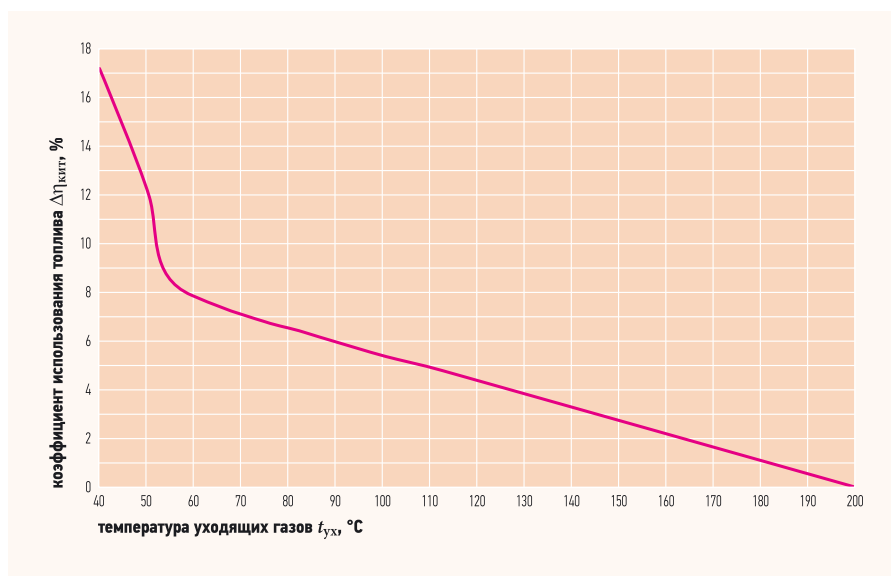
С целью повышения экономичности газифицированных пиковых водогрейных котельных на кафедре «Теплогасоснабжение и вентиляция» УлГТУ под руководством профессора В.И. Шарапова разработан ряд новых технологий использования теплоты уходящих газов в котельных с вакуумными деаэраторами [4–6]. Предложено использовать теплоту уходящих газов пиковых водогрейных котлов для подогрева различных потоков подпиточной воды теплосети в одном или двух поверхностных тепло-



обменниках, последовательно установленных в газоходах котлов, работающих на газообразном топливе. Расчет основных параметров разработанных технологий показал, что низкотемпературный теплоноситель выгоднее нагревать в подогревателе конденсационного типа с использованием теплоты конденсации водяных паров, содержащихся в продуктах сгорания [3]. Применение подогревателей «сухого» теплообмена с пиковыми водогрейными котлами позволяет повысить коэффициент использования топ-

лива на 7 %, а конденсационных теплоутилизаторов — на 17 % (рис. 1).

Другим направлением повышения эффективности обеспечения пиковой тепловой мощности является более полное использование возможностей теплофикации. Основным преимуществом теплофикации является совместная выработка тепловой и электрической энергии на ТЭЦ, поэтому в системах централизованного теплоснабжения необходимо стремиться сохранить и увеличить это преимущество, а не отказываться от него.



❖❖ Рис. 1. Повышение коэффициента использования топлива при снижении температуры уходящих газов пиковых водогрейных котлов

Уменьшить влияние негативных факторов при обеспечении пиковой нагрузки систем теплоснабжения и увеличить выработку электроэнергии на тепловом потреблении можно, используя перспективные технологии. Одной из таких технологий является **низкотемпературное теплоснабжение**. За счет понижения максимальной температуры нагрева теплоносителя до 100–110 °С и перехода на количественное или качественно-количественное регулирование тепловой нагрузки новые технологии позволяют повысить надежность источников пиковой тепловой мощности и шире использовать преимущества теплофикации. Для реализации этих задач разработаны новые схемы тепловых электростанций с параллельным включением пиковых водогрейных котлов и основных сетевых подогревателей [7].

При разделении сетевой воды на параллельные потоки снижается гидравлическое сопротивление в оборудовании ТЭЦ, более полно используется тепловая мощность сетевых подогревателей турбин, а также водогрейных котлов за счет увеличения температурного перепада на их входе и выходе до 40–50 °С, увеличивается электрическая мощность ТЭЦ и возрастает абсолютная величина комбинированной выработки электрической энергии. Например, для турбины Т-100-130 с двумя сетевыми подогревателями и параллельно включенным пиковым водогрейным котлом КВГМ-180 прирост электрической мощности достигает 1,6 млн кВт·ч в год. При этом

### На ТЭЦ необходимо применять технологии, повышающие коэффициент теплофикации и рационально использующие отбор мощности турбин

средняя экономия условного топлива составит около 400 тонн в год.

Одним из способов повышения эффективности обеспечения пиковой нагрузки систем теплоснабжения является замена пиковых водогрейных котлов на пиковые сетевые подогреватели. Использование пиковых сетевых подогревателей, подключенных к отборам пара турбин, позволяет полезно использовать потенциал отработавшего парового потока и повышает теплофикационную выработку электроэнергии [8].

Технологическая нагрузка промышленно-отопительных ТЭЦ имеет существенную суточную, недельную и годовую неравномерность, поэтому на ТЭЦ имеются избытки пара производственных отборов. Изменение структуры покрытия тепловых нагрузок на ТЭЦ в сторону увеличения использования избытков пара с давлением 0,6–1,3 МПа для обеспечения пиковой тепловой нагрузки приводит к рационализации режимов работы энергетических паровых котлов, вытеснению неэкономичных и ненадежно работающих пиковых водогрейных котлов, увеличению выработки электроэнергии на тепловом потреблении [8].

Расчеты, произведенные для Ульяновской ТЭЦ-1, показывают, что в результа-

те передачи определенной части тепловой мощности с пиковых водогрейных котлов на энергетические котлы экономия условного топлива составит около 3340 тонн в год. Расчет произведен по докризисным данным работы ТЭЦ-1. В условиях экономического кризиса из-за спада или перепрофилирования производства использование технологического пара на большинстве производственных предприятий значительно уменьшилось. Например, на Тольяттинской ТЭЦ отпуск технологического пара снизился с 2500 до 450 т/ч, на Новокуйбышевской ТЭЦ-1 с 1500 до 20 т/ч. В связи с этим возможность использования технологического пара для обеспечения пиковой тепловой мощности ТЭЦ и его энерго-сберегающий потенциал увеличились.

На ТЭЦ возможно совместное использование пиковых сетевых подогревателей и противоаварийных турбин. Получена зависимость срока окупаемости инвестиций в противоаварийную турбину с пиковыми сетевыми подогревателями, подключенными к паропроводу противоаварийной турбины

$$T_{ок} = \frac{K_{ПИТ}}{N_{тф} n [u_3 - u_t (b_3 - \Delta b_3)]}, \quad (1)$$

где  $K_{ПИТ}$  — инвестиции, вложенные в проект пикового теплоисточника, руб.;  $N_{тф}$  — мощность противоаварийной турбины, кВт;  $n$  — число часов работы противоаварийной турбины и пиковых сетевых подогревателей;  $u_3$  — стоимость электроэнергии, руб/(кВт·ч);  $u_t$  — цена условного топлива, руб/т;  $b_3$  — удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии, т/(кВт·ч);  $\Delta b_3$  — разность удельных расходов условного топлива на выработку электроэнергии по конденсационному и теплофикационному циклам, т/(кВт·ч).

Расчеты для турбины Р-100-130/15 с тремя подогревателями ПСВ-500-14-23 показывают, что их использование в качестве пикового теплоисточника при количестве часов работы в году свыше 1600 экономически выгодное техническое решение, обеспечивающее относительно быструю (около года) окупаемость капиталовложений, повышающим эффективность теплофикации, маневренность и надежность покрытия электрической и тепловой нагрузки ТЭЦ. Из-за сезонной неравномерности теплопотребления на ТЭЦ имеется огромный запас пиковых мощностей, которая большую часть отопительного сезона не используется, что снижает экономичность ТЭЦ.

По мнению авторов, перспективным является решение, при котором покры-



**Fer**

Clima con carattere

**Теплоснабжение  
и системы отопления**

# FERTECH D

Настенный газовый котел  
с функцией быстрого приготовления горячей воды

**ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ**  
на базе двух микропроцессоров

**РАЗДЕЛЬНЫЕ ТЕПЛОБМЕННИКИ**  
ОТОПЛЕНИЯ И ГВС

**ПОГОДОЗАВИСИМОЕ**  
РЕГУЛИРОВАНИЕ МОЩНОСТИ

**РАЦИОНАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ**

**СИСТЕМЫ АНТИБЛОКИРОВКИ**  
насосов и защиты от замерзания

**ОПТИМАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ**  
для системы поквартирного отопления



(495) 589 25 62

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

Реклама. Товар сертифицирован

тие базовой части тепловой нагрузки системы теплоснабжения осуществляют за счет высокоэкономичных отборов пара теплофикационных турбин ТЭЦ, а пиковую нагрузку системы теплоснабжения обеспечивают с помощью автономных пиковых источников теплоты, установленных непосредственно у каждого из абонентов [9, 10].

В такой системе теплоснабжения ТЭЦ будет работать максимально эффективно при коэффициенте теплофикации 1. В этом случае основные достоинства централизованных и местных автономных теплоисточников, приведенные в работе [11], будут объединены. В качестве автономных пиковых источников теплоты могут быть использованы газовые и электрические бытовые отопительные котлы, электрообогреватели, инфракрасные излучатели, тепловые насосы.

В УлГТУ разработан ряд технологий совместного теплоснабжения от централизованных и местных источников. Преимуществом данных технологий является возможность каждого отдельно абонента самостоятельно, независимо от остальных, выбирать момент включения пикового теплоисточника и величину нагрева воды в нем, что повышает качество теплоснабжения и создает более комфортные условия индивидуально для каждого потребителя. Кроме того, при аварийных ситуациях на ТЭЦ и перебоях с централизованным теплоснабжением в работе остаются автономные источники теплоты абонентов, которые будут работать в качестве основных, что позволяет защитить систему теплоснабжения от замерзания и существенно повысить ее надежность.



www.worldwallpaperfree.com

Наиболее выгодно использовать в качестве пиковых источников теплоты установки (ТНУ), в которых низкопотенциальным источником теплоты является вода из обратного трубопровода тепловой сети абонента. За счет дополнительного охлаждения обратной сетевой воды в ТНУ, более полно используется экономичность теплоснабжения за счет увеличения выработки электроэнергии на тепловом потреблении при понижении температуры обратной сетевой воды. Так, при снижении температуры обратной сетевой воды на 1 °С выработка электроэнергии на тепловом потреблении увеличивается на 2–2,5 %.

Температура обратной сетевой воды является важнейшим параметром, так как сравнительно небольшие инвестиции со стороны потребителей могут снизить температуру обратной воды

и привести к значительной экономии на ТЭЦ за счет удешевления процесса выработки тепла в комбинированном режиме, за счет уменьшения теплотерь, диаметров трубопроводов, снижения затрат электроэнергии на перекачку воды.

Стимулирование потребителей к снижению температуры обратной сетевой воды возможно введением разного уровня тарифов для высокопотенциального и низкопотенциального тепла или повышающих и понижающих коэффициентов [12]. Очевидно, что потребитель, использующий низкопотенциальную теплоту в ТНУ, должен иметь выгоды по оплате потребленной теплоты и электроэнергии. Внедрению ТНУ будет способствовать повышение их эффективности за счет изменений, внесенных в конструкцию компрессоров, теплообменников и систем управления на базе микропроцессоров, а также сниже-



www.worldwallpaperfree.com

**Уменьшить влияние негативных факторов при обеспечении пиковой нагрузки систем теплоснабжения можно, используя перспективные технологии**

ние стоимости за счет конкуренции между производителями.

Менее экономично же использование в качестве автономных пиковых источников теплоты индивидуальных отопительных котлов и электрокотлов или различных электронагревателей. В первом случае происходит дополнительный расход топлива, а во втором случае — дополнительный расход электроэнергии, причем в обоих случаях возрастает температура обратной сетевой воды, что уменьшает выработку электроэнергии



на тепловом потреблении. Ущерб от «недовыработки» электроэнергии на тепловом потреблении будет незначительным, так как не все потребители в равной степени будут использовать пиковые теплоисточники, и температура в обратной магистрали в расчетном режиме не будет ощутимо превышать 70 °С, что характерно для стандартного температурного графика 150/70 °С. В то же время использование индивидуальных отопительных котлов в качестве пиковых источников теплоты является даже более выгодным по сравнению крупными пиковыми водогрейными котлами ТЭЦ, поскольку снижаются потери теплоты в тепловых сетях, и КПД современных отопительных котлов составляет 90–92 %, что на 5–10 % больше, чем пиковых водогрейных котлов. Экономия условного топлива при использовании этого варианта обеспечения пиковой тепловой нагрузки будет составлять 20–50 %.

### Выводы

В условиях значительно возросшей стоимости топлива необходимо пересмотреть подход к обеспечению пиковой тепловой нагрузки систем теплоснабжения в сторону повышения требований к надежности и экономичности. На теплоэлектростанциях обязательно необходимо применять технологии, повышающие коэффициент теплофикации и обеспечивающие рациональное использование отборов турбин при покрытии пиковой тепловой нагрузки путем использования низкотемпературного теплоснабжения и замены пиковых водогрейных котлов пиковыми сетевыми подогревателями.

В пиковых водогрейных котельных возможно использование теплоты уходящих продуктов сгорания для подогрева потоков подпиточной воды в одном или двух поверхностных теплообменниках, последовательно установленных в газоходах котлов, при этом коэффициент использования топлива может быть повышен на 17 %. В перспективе возможен переход на обеспечение пиковой нагрузки с помощью ТНУ и других местных теплоисточников, расположенных непосредственно у потребителя, при высокоэкономичной работе ТЭЦ в базовой части графика тепловых нагрузок. ●

1. Шарапов В.И., Орлов М.Е. Пиковые источники теплоты систем централизованного теплоснабжения. — Ульяновск: УлГТУ, 2002.
2. Орлов М.Е., Шарапов В.И. Основные направления повышения эффективности обеспечения пиковой нагрузки систем теплоснабжения // Энергосбережение в городском хозяйстве, энергетике, промышленности: Мат. IV-й РНТК. Т. 2. — Ульяновск: УлГТУ, 2003.
3. Шарапов В.И., Кудинов А.А., Левушкина Ю.В., Орлов М.Е. Повышение эффективности котельных систем теплоснабжения // Известия ВУЗов. Строительство, №4/2002.
4. Пат. 2184309(RU). Пиковая водогрейная котельная / В.И. Шарапов, М.Е. Орлов, П.В. Ротов // Б.И., №18/2002.
5. Пат. 2184312(RU). Способ работы пиковой водогрейной котельной / В.И. Шарапов, М.Е. Орлов, П.В. Ротов // Б.И., №18/2002.
6. Пат. 2189525(RU). Способ работы пиковой водогрейной котельной / В.И. Шарапов, М.Е. Орлов, П.В. Ротов // Б.И., №26/2002.
7. Пат. 2148174(RU). Способ работы тепловой электрической станции / В.И. Шарапов, М.Е. Орлов // Б.И., №12/2000.
8. Орлов М.Е. О применении пиковых сетевых подогревателей на ТЭЦ. В кн.: «Теплоэнергетика и теплоснабжение». Сб. трудов НИЛ ТЭСУ УлГТУ. Вып. 1. — Ульяновск: УлГТУ, 2002.
9. Пат. 2235249(RU). Способ теплоснабжения / В.И. Шарапов, М.Е. Орлов, П.В. Ротов, И.Н. Шепелев // Б.И., №24/2004.
10. Пат. 2235250(RU). Система теплоснабжения / В.И. Шарапов, М.Е. Орлов, П.В. Ротов, И.Н. Шепелев // Б.И., №24/2004.
11. Жила В.А., Маркевич Ю.Г. Анализ перспективных систем теплоснабжения // Журнал С.О.К. №7/2003.
12. Национальный доклад «Теплоснабжение Российской Федерации. Пути выхода из кризиса» / Б.Ф. Реутов, А.Л. Наумов, В.Г. Семенов и др. // Интернет-ресурс [www.nts.ru](http://www.nts.ru).

На правах рекламы.

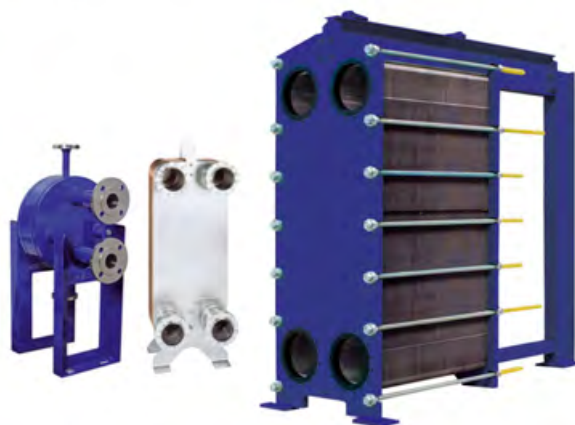


## Гарантия Вашего комфорта

Компания GEA Mashimpeks производит и поставляет теплообменное оборудование для систем теплоснабжения, вентиляции, кондиционирования:

- Разборные и паяные пластинчатые теплообменники
- Сварные теплообменники
- Модульные тепловые пункты

Многолетний опыт работы GEA Mashimpeks гарантирует Вам оптимальное энергоэффективное решение задач теплообмена.



GEA Heat Exchangers  
GEA Mashimpeks

**ГЕА Машимпэкс**

Россия, 105082, г. Москва, ул. Малая Почтовая, 12  
Тел: +7 (495) 234-95-03 • Факс: +7 (495) 234-95-04  
[moo\\_Info@gea.com](mailto:moo_Info@gea.com) • [www.gea-mashimpeks.ru](http://www.gea-mashimpeks.ru)





## Исследование энергоэффективности централизованных систем теплоснабжения

Проанализированы основные недостатки существующих централизованных систем теплоснабжения городов, сформулированы принципы развития структуры и технологий теплоснабжения, разработаны высокоэффективные технологии работы теплоисточников и систем теплоснабжения, предложены методики расчета их энергетической эффективности.

Системы централизованного теплоснабжения обеспечивают тепловой энергией около 75% всех потребителей в России. При этом около 35% потребности в тепловой энергии обеспечивают теплофикационные системы, то есть системы, в которых источниками теплоты служат ТЭЦ различной мощности. Теплофикация имеет большое значение для организации рационального энергоснабжения страны, поскольку является наиболее совершенным технологическим способом производства электрической и тепловой энергии и одним из основных путей снижения расхода топлива на выработку указанных видов энергии. В общей сложности крупными теплофикационными системами вырабатывается около 6,28 млн ГДж/год, из них 47,5% на твердом топливе, 40,7% на газе и 11,8% на жидком топливе [1].

Несмотря на высокую эффективность комбинированного производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ, доля теплофикации в общей выработке тепловой энергии в России снижается. Связано это, прежде всего, с тем, что отечественные системы теплоснабжения эксплуатируются на основе устаревших и малоэффективных технологий,

прежде всего — технологий регулирования отпуска теплоты и обеспечения пиковой мощности. Действующие системы централизованного теплоснабжения, как правило, имеют традиционную структуру, состоящую из теплоисточника, тепловой сети и потребителя (рис. 1). Эта структура была разработана в 1950-е годы и существенно не изменялась с момента своего появления.

За прошедшее с тех пор время многие заложенные в основу проектов теплоисточников, систем транспорта теплоты и теплоиспользующих систем концептуальные технические и технологические решения устарели. Это приводит к тому, что тепловая и электрическая энергия, поставляемые от ТЭЦ, нередко стоят дороже, чем энергоресурсы, предлагаемые отдельными энергоисточниками.

В отечественных системах централизованного теплоснабжения с традиционной структурой применяется центральное качественное регулирование тепловой нагрузки на теплоисточниках, которое предусматривает изменение температуры теплоносителя в пределах 70–150°C в зависимости от температуры наружного воздуха при постоянном расходе теплоносителя.

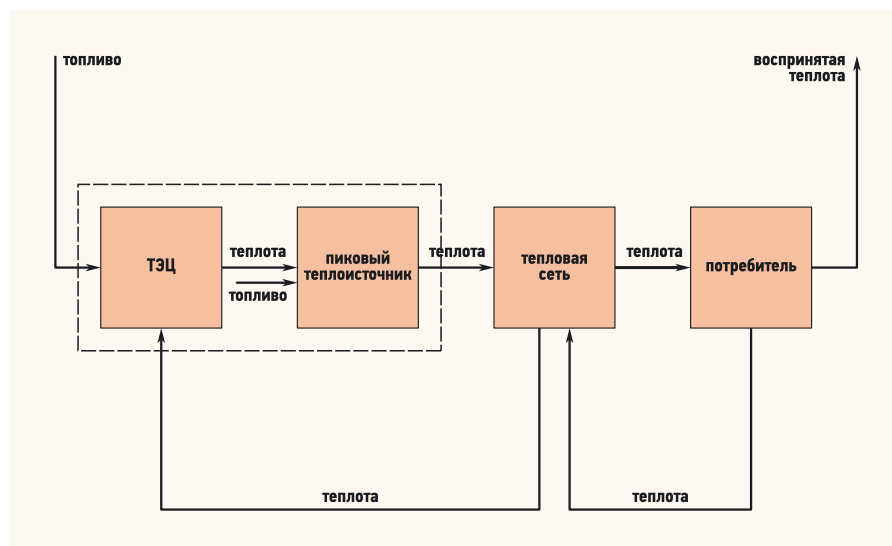


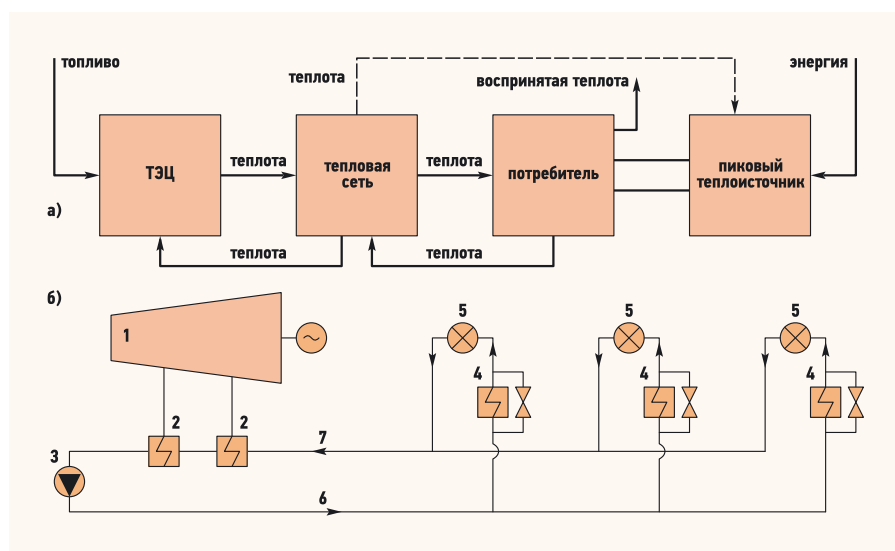
Рис. 1. Традиционная структурная схема централизованной системы теплоснабжения

Основным преимуществом качественного регулирования тепловой нагрузки является стабильный гидравлический режим системы теплоснабжения, но при этом имеется ряд серьезных недостатков, к которым относятся низкая надежность источников пиковой тепловой мощности, необходимость применения дорогостоящих методов обработки подпиточной воды теплосети, большая тепловая инерционность регулирования нагрузки, колебания температуры внутреннего воздуха, обусловленные влиянием нагрузки горячего водоснабжения на работу систем отопления у абонентов и др.

Исследования работы систем теплоснабжения [2–4], проведенные сотрудниками научно-исследовательской лаборатории «Теплоэнергетические системы и установки» (НИЛ ТЭСУ) УлГТУ в ряде городов России, показали, что теплоисточники работают с систематическим «недогревом» сетевой воды до нормативной температуры («недотопом»). В связи с высокой степенью физического и морального износа тепловых сетей температура теплоносителя на выходе из теплоисточника даже в сильные морозы не превышает 85–110 °С. «Недоотпуск» тепловой энергии особенно остро ощущается в зимний период, когда значительную часть тепловой нагрузки должны обеспечивать пиковые источники теплоты, которым долгое время не уделялось должного внимания, что привело к понижению надежности и экономичности теплоснабжения в настоящий момент. В некоторых регионах произошли крупные аварии магистральных тепловых сетей высокой температуры и давления, то есть в пиковый период.

Низкая экономичность пиковых водогрейных котлов связана со значительными потерями теплоты с уходящими газами, что снижает КПД котлов. Установлено, что в среднем по стране перерасход условного топлива (у.т.) пиковыми водогрейными котлами из-за потерь теплоты с уходящими газами достигает 2,3 млн тонн в год, а перерасход электроэнергии на преодоление дополнительного гидравлического сопротивления, возникающего из-за наличия накипи в поверхностях нагрева, составляет 64,6 млн кВт·ч/год [5].

Кроме того, центральное качественное регулирование нагрузки при традиционной схеме работы пиковых водогрейных котлов с высокими температурами теплоносителя в периоды пиковых нагрузок приводит к существенным потерям теплоты в теплосетях и повы-



❖ **Рис. 2.** Принципиальные схемы (а — структурная и б — принципиальная) схемы комбинированной системы теплоснабжения с централизованными и местными теплоисточниками; 1 — теплофикационная турбина; 2 — основные сетевые подогреватели; 3 — сетевой насос; 4 — автономные пиковые источники теплоты; 5 — абоненты; 6, 7 — подающий и обратный трубопроводы теплосети

шенным энергозатратам на транспорт теплоносителя [6].

Эти обстоятельства стали причиной отказа от теплофикации новых жилых районов в ряде городов и строительства там местных теплоисточников: крышных, блочных котельных или индивидуальных котлов при поквартирном отоплении. Несмотря на то, что децентрализованные системы теплоснабжения не обладают термодинамическими преимуществами комбинированной выработки электроэнергии и теплоты, их экономическая привлекательность сегодня выше, чем централизованных.

### Низкая экономичность пиковых водогрейных котлов связана со значительными потерями теплоты с уходящими газами, что снижает КПД котлов

В настоящее время назрела настоятельная необходимость пересмотра или существенной корректировки концептуальных решений, применяемых при выборе структуры и технологий работы современных систем теплоснабжения. Эта необходимость обусловлена как кардинально изменившимися экономическими условиями, так и опытом зарубежных стран, показавшим огромные возможности совершенствования систем теплоснабжения [7]. Радикальное решение актуальных проблем централизованного теплоснабжения возможно, по нашему мнению, только на основе совершенствования структуры систем теплоснабжения и внедрения отечественных энергоэффективных технологий с учетом зарубежного опыта.

В результате анализа состояния отечественных систем теплоснабжения и недостатков существующих технологий теплоснабжения сформулированы основные принципы, на которых должно основываться развитие современных систем теплоснабжения:

1. Изменение структуры покрытия пиковых тепловых нагрузок систем теплоснабжения путем комбинированного использования централизованных и децентрализованных теплоисточников.
2. Переход к низкотемпературному теплоснабжению с количественными способами регулирования нагрузки.
3. Рациональное использование отборов пара турбин для обеспечения тепловой мощности.
4. Повышение энергетической и экономической эффективности теплоисточников, в том числе источников пиковой тепловой мощности.
5. Повышение надежности систем теплоснабжения путем функционального резервирования теплоисточников и совершенствования технологий противокоррозионной и противонакипной обработки теплоносителя.

Эти принципы вписываются в концепцию развития теплоснабжения в России [1] и в значительной мере согласуются с общим направлением работ других авторов [8, 9]. Однако технические и технологические решения, разработанные автором в рамках реализации данных принципов, имеют существенные отличия от работ других исследователей или конструктивно дополняют их.

При недостаточной эффективности централизованного теплоснабжения происходит стихийный переход потребителей на обеспечение пиковой тепловой мощности за счет местных источни-

ков (электронагревателей, дополнительного сжигания газа в кухонных плитах и пр.) [10]. Намегившаяся тенденция сочетания централизованного и децентрализованного теплоснабжения должна сохраниться и после преодоления нынешнего энергетического кризиса, однако, с реализацией в более цивилизованных технических решениях.

С целью повышения и развития преимуществ теплофикации созданы технологии комбинированного теплоснабжения [11, 12], которые объединяют в себе структурные элементы централизованных и децентрализованных систем теплоснабжения.

Для повышения экономичности теплоснабжения целесообразно покрытие базовой части тепловой нагрузки системы теплоснабжения за счет высокоэкономичных отборов пара теплофикационных турбин ТЭЦ и обеспечение пиковой нагрузки с помощью автономных пиковых источников теплоты, установленных непосредственно у абонентов. Структурная схема такой системы теплоснабжения изображена на рис. 2а.

Связь теплоисточника с тепловой сетью на рис. 2а показана пунктиром, поскольку пиковый теплоисточник может быть связан с наружными тепловыми сетями или может работать только в автономном режиме. Один из вариантов таких систем теплоснабжения изображен на рис. 2б. В такой системе теплоснабжения ТЭЦ работает с максимальной эффективностью при коэффициенте теплофикации, равном единице.

В качестве автономных пиковых источников теплоты могут быть использованы газовые и электрические бытовые отопительные котлы, электрообогреватели, инфракрасные излучатели, часть пиковой нагрузки может обеспечиваться тепловыми насосами.

Преимуществом этих технологий является возможность каждого отдельного абонента самостоятельно, независимо от остальных, выбирать момент включения пикового теплоисточника и величину нагрева воды в нем, что повышает качество теплоснабжения и создает более комфортные условия индивидуально для каждого абонента. Кроме того, при аварийных ситуациях на ТЭЦ и перебоях с централизованным теплоснабжением в работе остаются автономные источники теплоты абонентов, которые в этих случаях будут работать в качестве основных, что позволяет защитить систему теплоснабжения от замерзания и существенно повысить ее надежность. При профилактических отключениях

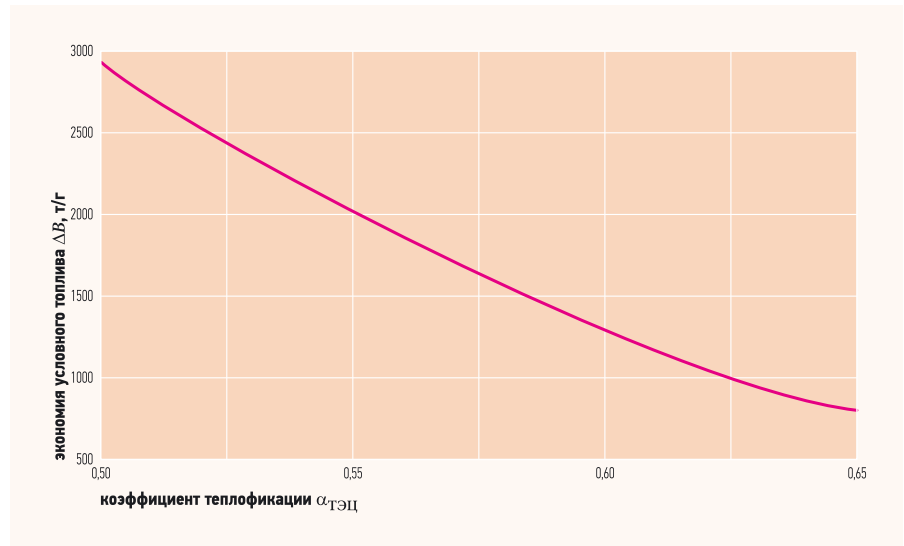


Рис. 3. Экономия условного топлива (при использовании автономных пиковых источников теплоты, установленных у каждого абонента)

теплоснабжения в летний период абоненты, подключенные к децентрализованному пиковому теплоисточнику, будут стабильно обеспечены горячим водоснабжением [5].

Использование индивидуальных отопительных котлов в качестве местных пиковых источников теплоты является даже более выгодным по сравнению с крупными пиковыми водогрейными котлами ТЭЦ, поскольку снижаются потери теплоты в тепловых сетях, и КПД современных отопительных котлов составляет 90–92%, что на 5–10% больше, чем пиковых водогрейных котлов. Экономия условного топлива при использовании этого варианта обеспечения пиковой тепловой нагрузки составляет 20–50%.

Произведем расчет экономии топлива при использовании предложенного способа теплоснабжения с автономными пиковыми источниками теплоты (индивидуальными газовыми котлами) для климатических условий города Ульяновска.

В комбинированной системе теплоснабжения с автономными пиковыми источниками, установленными у абонентов (рис. 2б), в диапазоне температуры наружного воздуха от  $t_{н.пик}$  [°C] до расчетной температуры  $t_{н5}$ , температура сетевой воды в подающей магистрали равна температуре после верхнего сетевого подогревателя ТЭЦ  $t_{всп}$  [°C]:

$$t_{всп} = t_2 + \alpha_{ТЭЦ}(t_1 - t_2), \quad (1)$$

где  $t_1, t_2$  — температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе в расчетном режиме, °C;  $\alpha_{ТЭЦ}$  — проектный коэффициент теплофикации.

Температуру наружного воздуха  $t_{н.пик}$ , соответствующую моменту включения (выключения) пиковых водогрейных котлов, можно определить как:

$$t_{н.пик} = t_в - (t_в - t_{н5})\alpha_{ТЭЦ}, \quad (2)$$

где  $t_в$  — расчетная температура внутреннего воздуха, °C;  $t_{н5}$  — расчетная температура наружного воздуха для систем отопления, °C.

Отпуск теплоты  $Q_{пик.i}$  [кВт] пиковыми источниками теплоты при произвольной температуре  $t_{н.i}$  [°C] равен:

$$Q_{пик.i} = G_{св}c_p(t_{1,i} - t_{всп.i}), \quad (3)$$

где  $G_{св}$  — расход сетевой воды в сети, кг/с;  $c_p = 4,187$  кДж/(кг·°C) — теплоемкость воды. Годовой отпуск теплоты  $Q_{пик.год}$  [ГДж], пиковыми источниками теплоты равен:

$$Q_{пик.год} = 3,6 \times 10^{-3} \int_{i=1}^n (Q_{пик.i} h_i), \quad (4)$$

где  $h_i$  — время стояния за пиковый период с температурой  $t_{н.i}$  [ч]. Расход условного топлива  $B_{у.т.ТЭЦ}$  [кг], на централизованное теплоснабжение от пиковой котельной ТЭЦ составляет [13]:

$$B_{у.т.ТЭЦ} = \frac{34,1 Q_{год.пик}}{\eta_{пк} \eta_{ст}}, \quad (5)$$

где  $Q_{пик.год}$  — годовой отпуск теплоты от пиковых теплоисточников, ГДж; 34,1 — количество условного топлива при сжигании которого выделяется 1 ГДж теплоты [13], кг;  $\eta_{пк}$  — КПД пикового котла на ТЭЦ;  $\eta_{ст}$  — КПД тепловой сети от ТЭЦ до абонента, учитывающий тепловые потери сети.

Расход условного топлива  $B_{у.т.АПТ}$  [кг], на теплоснабжение от автономных пиковых теплоисточников составляет:

$$B_{у.т.АПТ} = \frac{34,1 Q_{год.пик}}{\eta_{АПТ} \eta_{с}}, \quad (6)$$

где  $\eta_{АПТ}$  — КПД автономных пиковых теплоисточников;  $\eta_{с}$  — КПД тепловой сети от автономных пиковых теплоисточников до абонентов, учитывающий тепловые потери сети.

Экономия условного топлива  $\Delta B_{у.т.}$  [кг], за счет применения автономных

# Honeywell

## НОВЫЙ КОНТРОЛЛЕР ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В память контроллера MVC80-DH10 загружено 7 популярных Схем Применения, 6 из которых поддерживают управление как одиночными, так и сдвоенными насосами.

Контроллер серии MVC80 снабжен большим, контрастным ЖК дисплеем с подсветкой, на который выводятся, легко читаемый русский текст и специальные символы.

Удобный, интуитивный интерфейс пользователя – 99% всех действий по настройке и управлению осуществляется при помощи поворотной-нажимной кнопки.

Монтаж контроллера MVC80 возможен на DIN-рейку (внутри стандартного распределительного щита), стену или на дверцу щита автоматики.

Контроллер имеет напряжение питания 230В и управляет 3-позиционными приводами клапанов (230В и/или 24В).

MVC80 можно диспетчеризировать программными и аппаратными средствами CentralLine by Honeywell.



# MVC80

## Honeywell

Направление Тепловой Автоматики  
ЗАО «Хоневелл»

Россия

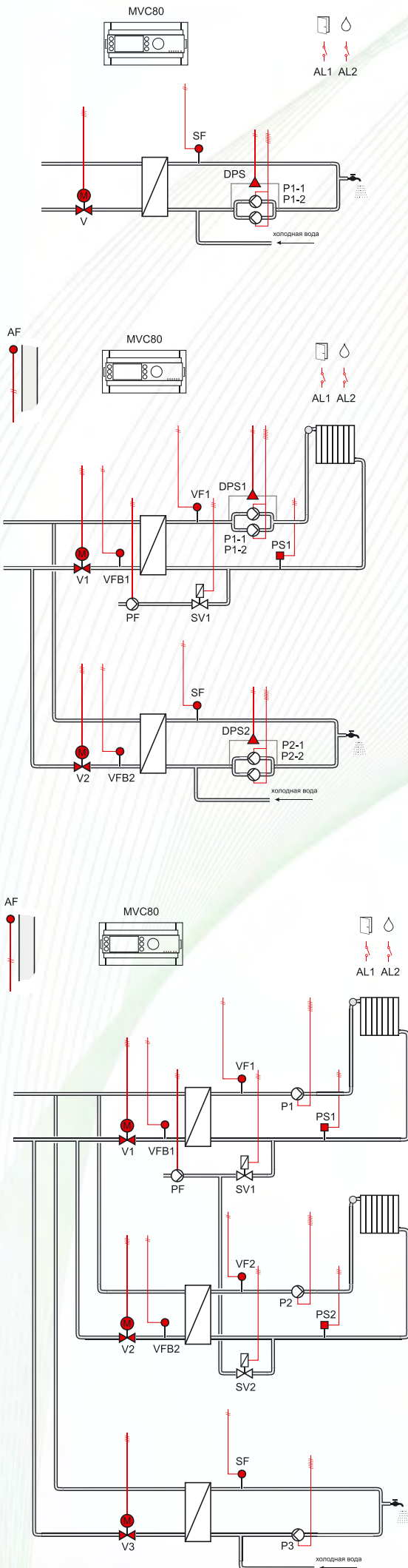
121059, г. Москва, ул. Киевская, дом 7

Тел. +7 (495) 797-99-13, 796-98-24

Факс: +7 (495) 796-98-92

E-mail: [info@honeywell-ec.ru](mailto:info@honeywell-ec.ru)

Все подробности на [www.honeywell-ec.ru](http://www.honeywell-ec.ru)



На правах рекламы.

пиковых источников теплоты, установленных у каждого из абонентов, вычисляется следующим образом:

$$\Delta B_{\text{у.т.}} = B_{\text{у.т.ТЭЦ}} - B_{\text{у.т.АПТ}} \quad (7)$$

Таким образом, годовая экономия топлива в комбинированной системе теплоснабжения с использованием автономных пиковых источников теплоты, установленных у потребителей, зависит от следующих факторов: проектного значения коэффициента теплофикации  $\alpha_{\text{ТЭЦ}}$ ; степени совершенства конструкции пикового оборудования; величины потерь в тепловой сети.

График экономии условного топлива, представленный на рис. 3, построен на основании приведенного алгоритма расчета при различных значениях проектного коэффициента теплофикации  $\alpha_{\text{ТЭЦ}}$  для комбинированной системы теплоснабжения с расходом воды в теплосети  $G_{\text{св}} = 1000$  кг/с, работающей по пониженному температурному графику 110/70 °С в сравнении с проектным 150/70 °С, при условии, что у всех абонентов системы теплоснабжения температура внутреннего воздуха  $t_{\text{в}} = 20$  °С. Значения КПД пиковых источников теплоты приняты  $\eta_{\text{пк}} = 0,8$  и  $\eta_{\text{апт}} = 0,9$ , поскольку современные автономные теплоисточники, особенно зарубежные, существенно превосходят по экономичности пиковые водогрейные котлы ТЭЦ, работающие с большими потерями теплоты с уходящими газами. Величина КПД тепловой сети для традиционного способа теплоснабжения принята  $\eta_{\text{ст}} = 0,9$ , а при установке автономных пиковых теплоисточников непосредственно у потре-

### Менее экономично использование в качестве автономных пиковых источников теплоты отопительных электродкотлов или других электронагревателей

бителей в связи с отсутствием внешних теплопроводов  $\eta_{\text{с}} = 1,0$ .

Из графика на рис. 3 видно, что с повышением значений проектного коэффициента теплофикации  $\alpha_{\text{ТЭЦ}}$  годовая экономия топлива за счет применения автономных пиковых источников теплоты, установленных у каждого из абонентов, снижается [5].

Менее экономичным является использование в качестве автономных пиковых источников теплоты отопительных электродкотлов или других электронагревателей. Однако в тех системах теплоснабжения, где требуется повышенная надежность, например, в медицинских и детских учреждениях, их установка оправдана. Так, в Ульяновске в 2007 году был построен медицинский гемодиализный центр, в котором реализована предложенная нами комбинированная система теплоснабжения с пиковым теплоисточником — электродкотлом. Базовая тепловая нагрузка, как сказано выше, обеспечивается от ТЭЦ [14].

Так как в современной экономической обстановке, характеризующейся крайним дефицитом средств в энергосистемах на капитальное строительство, трудно рассчитывать на ввод новых, более экономичных теплоэнергетических мощностей, то одним из путей повы-

шения экономичности теплоснабжения является реконструкция тепловых схем ТЭЦ, существующих водогрейных котлов и другого оборудования теплоисточников, осуществляемая при разумном минимуме капиталовложений. В связи с этим, разработаны технологии низкотемпературного теплоснабжения с количественным и качественно-количественным регулированием тепловой нагрузкой [15, 16]. Сущность предложенных технологий заключается в параллельном включении пиковых водогрейных котлов и основных сетевых подогревателей (рис. 4), в отличие от последовательного включения при качественном регулировании.

При количественном регулировании температуру сетевой воды в подающей магистрали поддерживают постоянной. Устанавливают ее, исходя из средней температуры насыщения пара верхних отопительных отборов теплофикационных турбин с учетом средней величины недогрева воды в верхних сетевых подогревателях. Расход сетевой воды в базовой части графика регулирования тепловой нагрузки регулируют изменением количества включенных сетевых подогревателей, а в пиковой части графика, при включенных сетевых подогревателях всех турбин, расход сетевой воды регулируют изменением количества водогрейных котлов, включенных параллельно сетевым подогревателям.

При качественно-количественном регулировании в базовой части графика  $Q = f(t_{\text{н}})$  осуществляют центральное качественное регулирование тепловой нагрузки путем изменения температуры сетевой воды, циркулирующей только через сетевые подогреватели, а после полной загрузки сетевых подогревателей, в пиковой части графика  $Q = f(t_{\text{н}})$ , осуществляют качественно-количественное регулирование тепловой нагрузки, для чего увеличивают расход сетевой воды за счет подачи ее в водогрейные котлы, включенные параллельно сетевым подогревателям, и изменение тепловой нагрузки производят путем изменения температуры сетевой воды, циркулирующей через водогрейные котлы.

В обоих случаях регулирование температуры общего потока сетевой воды, подаваемой потребителям, производят по пониженному температурному графику теплосети 110/70 °С (вместо традиционно применяемого в известных способах графика 150/70 °С) в первую очередь за счет изменения тепловой нагрузки водогрейных котлов и во вторую очередь — за счет изменения нагрузки сетевых подогревателей. Утечки воды из теплосети

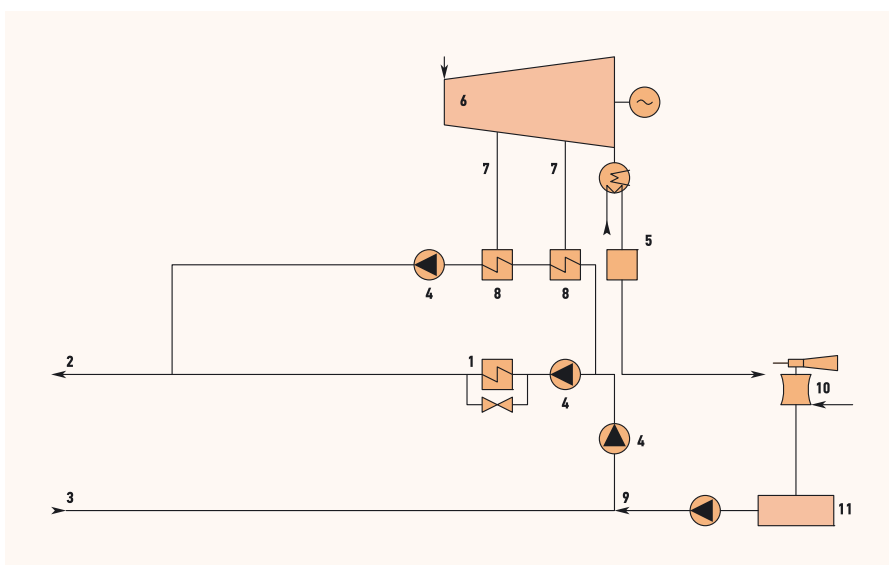


Рис. 4. Схема ТЭЦ с параллельным включением пиковых водогрейных котлов и основных сетевых подогревателей (1 — пиковый водогрейный котел; 2, 3 — подающий и обратный трубопроводы теплосети; 4 — сетевой насос; 5 — узел умягчения; 6 — теплофикационная турбина; 7 — отопительные отборы пара; 8 — сетевые подогреватели; 9 — трубопровод подпиточной воды; 10 — вакуумный деаэрактор; 11 — бак-аккумулятор)



www.worldwallpaperfree.com

компенсируются подпиточной водой, которая благодаря пониженному температурному графику работы теплосети подвергается противонакипной обработке по упрощенной технологии, например, путем дозирования в воду фосфонатов (вместо необходимого в известных способах ионообменного умягчения).

При использовании количественного и качественно-количественного способов регулирования отсутствует большинство недостатков качественного регулирования, но наблюдается переменный гидравлический режим работы тепловых сетей. Однако последний недостаток при правильной наладке системы существенно не влияет на ее работу и компенсируется следующими преимуществами: увеличением выработки электроэнергии на тепловом потреблении, работой по пониженному температурному графику ( $t_1 \leq 110^\circ\text{C}$ ), возможностью применения недорогих методов обработки подпиточной воды, пониженными расходами сетевой воды и значительной экономией электроэнергии на транспорт теплоносителя, меньшей инерционностью регулирования тепловой нагрузки и прочими [17].

За счет понижения максимальной температуры нагрева теплоносителя до  $100\text{--}110^\circ\text{C}$  и использования количественного или качественно-количественного регулирования новые технологии позволяют повысить надежность теплоснабжения и шире использовать преимущества теплофикации. При разделении сетевой воды на параллельные потоки снижается гидравлическое сопротивление в оборудовании ТЭЦ, более полно используется тепловая мощность сетевых подогревателей турбин, а также водогрейных котлов за счет увеличения температурного перепада на их входе и выходе до  $40\text{--}50^\circ\text{C}$ , а также увели-

чивается электрическая мощность ТЭЦ и возрастает абсолютная величина комбинированной выработки электрической энергии на величину  $\Delta E_{\text{ТФ}}$  [кВт·ч], которую можно найти по формуле:

$$\Delta E_{\text{ТФ}} = \Delta D_{\text{отб}}(i_o - i_{\text{отб}})K_{\text{рег}}\eta_{\text{эм}}n, \quad (8)$$

где  $\Delta D_{\text{отб}}$  — разность расходов пара в отопительных отборах при обычном и низкотемпературном теплоснабжении, кг/с;  $i_o, i_{\text{отб}}$  — энтальпии свежего и отбираемого из турбины пара, кДж/кг;  $K_{\text{рег}}$  — коэффициент, учитывающий увеличение мощности за счет регенеративного подогрева конденсата;  $\eta_{\text{эм}}$  — электромеханический КПД турбогенератора;  $n$  — число часов, когда обеспечивается прирост электрической мощности. Расчеты

### **Технико-экономические расчеты показывают, что приведенные затраты в системы теплоснабжения при реализации количественного регулирования тепловой нагрузки на 40–50% меньше затрат при качественном регулировании нагрузки**

для ТЭЦ тепловой мощностью 1240 МВт с тремя турбинами Т-100-130 и тремя водогрейными котлами КВГМ-180 показывают, что увеличение расхода пара в теплофикационных отборах увеличивает выработку электроэнергии на тепловом потреблении на 19,95 млн кВт·ч/год. При этом на электростанции экономится до 4980 тонн у.т., что при стоимости условного топлива 2000 руб. за тонну составит 9960 тыс. руб. в год [5].

В НИЛ ТЭСУ УлГТУ разработаны методики расчета количественного и качественно-количественного регулирования тепловой нагрузки [17]. В основу методик

расчета положено уравнение гидравлики, связывающее потери напора в теплосети с расходами воды на отопление и горячее водоснабжение.

Существенной особенностью предложенных методик является учет влияния нагрузки горячего водоснабжения на работу систем отопления.

Технико-экономические расчеты показывают, что приведенные затраты в системы теплоснабжения при реализации количественного регулирования тепловой нагрузки на 40–50% меньше затрат при качественном регулировании нагрузки [6]. Экономия топливных ресурсов при количественном и качественно-количественном регулировании достигается за счет увеличения электрической мощности, развиваемой турбинами ТЭЦ на тепловом потреблении, а также за счет снижения расхода электроэнергии на транспорт теплоносителя.

Повысить эффективность городских теплофикационных систем можно также за счет полезного использования низкопотенциальной теплоты обратной сетевой воды при передаче части пиковой тепловой нагрузки с пиковых водогрейных котлов на теплонасосные установки (ТНУ), использующие низкопотенциальную теплоту [5]. На рис. 5 изображена схема тепловой электрической станции, на которой для обеспечения пиковой тепловой мощности наряду с водогрейными котлами используется ТНУ, подключенная по холодной стороне к трубопроводу обратной сетевой воды перед сетевыми подогревателями [18, 19].

Благодаря последовательному включению испарителя ТНУ в обратный теплопровод теплосети до сетевых подогревателей, а конденсатора в подающий трубопровод теплосети после сетевых подогревателей достигается снижение температуры обратной сетевой воды и происходит увеличение выработки электроэнергии на тепловом потреблении, что позволяет повысить экономичность тепловой электрической станции. Так, при снижении температуры обратной сетевой воды на  $1^\circ\text{C}$  выработка электроэнергии на тепловом потреблении увеличивается в среднем на 2–2,5%.

Экономия условного топлива от дополнительной выработки электроэнергии на тепловом потреблении составляет 2960 тонн в год в расчете на одну теплонасосную установку с коэффициентом трансформации  $k_{\text{т}} = 4$  и турбину Т-100-130. При уменьшении времени использования пиковых водогрейных котлов на ТЭЦ экономия условного топлива составляет  $\Delta B_{\text{пвк}} = 2330$  тонн в год.

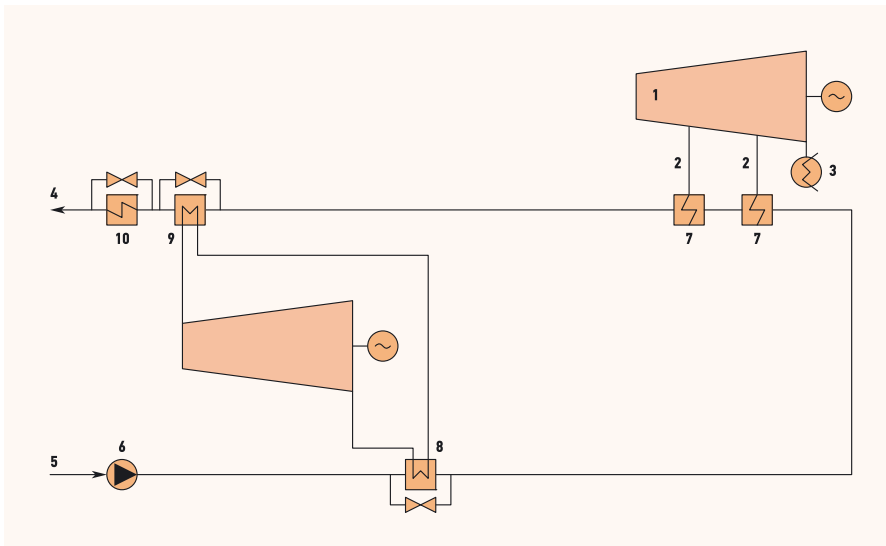


Рис. 5. Принципиальная схема тепловой электростанции с ТНУ, использующей теплоту обратной сетевой воды (1 — теплофикационная турбина; 2 — отопительные отборы пара; 3 — конденсатор турбины; 4, 5 — подающий и обратный трубопроводы теплосети; 6 — сетевой насос; 7 — сетевые подогреватели; 8 — испаритель ТНУ; 9 — конденсатор ТНУ; 10 — пиковый водогрейный котел)

Общая экономия от использования ТНУ в качестве пикового источника теплоты  $\Delta B_{\text{общ}} = 5290$  тонн в год.

Рассмотренные варианты совершенствования структуры и повышения энергетической эффективности систем теплоснабжения не являются единственными, автором совместно с другими сотрудниками НИЛ ТЭСУ УлГТУ продолжается работа по данному направлению.

## Выводы

1. Доля теплофикации в общей выработке тепловой энергии в России неуклонно снижается, что обусловлено моральным и физическим износом оборудования, использованием устаревших и малоэффективных технологий, прежде всего технологий регулирования отпуска теплоты и обеспечения пиковой мощности, введением лимитов на природный газ для ТЭЦ и постоянный рост цен на топливо. Все это приводит к тому, что тепловая и электрическая энергия, поставляемые от ТЭЦ, нередко стоят дороже, чем энергоресурсы, предлагаемые раздельными энергоснабжателями.

2. Традиционная структура систем теплоснабжения и технологии качественного регулирования тепловой нагрузки не соответствуют современным экономическим условиям и уровню развития.

3. Структурные изменения в системах теплоснабжения являются назревшей необходимостью, но они не должны происходить стихийно, в угоду только коммерческих интересов отдельных топливных, генерирующих или коммунальных компаний, а должны подчиняться единой стратегии развития систем тепло- и энергоснабжения, соответствовать сегодняшнему уровню развития техники, полностью использовать преимуще-

ства теплофикации, повышать надежность и экономичность теплоснабжения и энергетическую безопасность государства в целом.

4. В результате анализа существующего положения централизованного теплоснабжения в России сформулированы энергоэффективные принципы совершенствования структуры и технологий работы современных систем теплоснабжения: изменение структуры покрытия пиковых тепловых нагрузок систем теплоснабжения путем комбинированного использования централизованных и децентрализованных теплоисточников; переход к низкотемпературному теплоснабжению с количественными способами регулирования нагрузки; рациональное использование отборов пара турбин для обеспечения тепловой мощности; повышение энергетической и экономической эффективности теплоисточников, в том числе источников пиковой тепловой мощности; повышение надежности систем теплоснабжения путем функционального резервирования теплоисточников и совершенствования технологий водоподготовки.

5. В соответствии со сформулированными принципами разработан комплекс технических и технологических решений, позволяющих повысить надежность и энергетическую эффективность систем теплоснабжения городов за счет изменения их структуры и использования современных технологий регулирования тепловой нагрузки.

6. Предложены реальные энергоэффективные технологии теплоснабжения, позволяющие максимально использовать преимущества теплофикации: технологии комбинированного теплоснабжения с обеспечением пиковой нагрузки мест-

ными теплоисточниками, расположенными непосредственно у потребителя, при высокоэкономичной работе ТЭЦ в базовой части графика нагрузок; низкотемпературное теплоснабжение при количественном и качественно-количественном регулировании тепловой нагрузки; технологии использования низкопотенциальной теплоты обратной сетевой воды в теплонасосных установках.

7. Использование предложенных технологий позволит снизить расходы топлива, повысить экономичность и надежность систем и улучшить качество теплоснабжения потребителей. ●

1. Концепция развития теплоснабжения в России (вкл. коммунальную энергетику) на среднесрочную перспективу / С.А. Михайлов, А.В. Клименко, А.В. Извков, С.П. Манчха, В.А. Малафеев, В.Г. Семенов, А.Л. Сидоров, М.С. Бернер. — М.: Минэнерго РФ, 2002.
2. Шарапов В.И. Особенности теплоснабжения городов при дефиците топлива на электростанциях // Электрические станции, №10/1999.
3. Козин В.А. Организация, состояние и режим теплоснабжения города Иваново в 1998 году // В кн. «Энергетический ежегодник»: Вып. 2. — Иваново: РЭК-ИГЭУ, 1999.
4. Шарапов В.И. О причинах неудовлетворительного теплоснабжения города Набережные Челны // Мат. II-го Межд. симп. по энергетике, окр. среде и экономике. Т. 2. — Казань: КФ МЭИ, 1998.
5. Шарапов В.И., Орлов М.Е. Технологии обеспечения пиковой нагрузки систем теплоснабжения. — М.: Изд-во «Новости теплоснабжения», 2006.
6. Шарапов В.И., Ротов П.В. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения. — М.: Изд-во «Новости теплоснабжения», 2007.
7. Шарапов В.И., Ротов П.В. О зарубежном опыте экономии топливно-энергетических ресурсов в системах теплоснабжения // Энергосбережение, №1/1999.
8. Андрущенко А.И., Николаев Ю.Е. Возможности повышения экономичности, надежности и экологичности систем теплофикации городов // Энергосбер. в городском хозяйстве, энергетике, промышленности. III-я Росс. науч.-техн. конф. — Ульянов.: УлГТУ, 2001.
9. Батенин В.М., Масленников В.М., Цой А.Д. О роли и месте децентрализованных источников энергоснабжения // Энергосбережение, №1/2003.
10. Шарапов В.И., Ротов П.В. Компенсация недоотпуска тепла от ТЭЦ городскими потребителями // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики, №9-10/2000.
11. Пат. 2235249(RU). Способ теплоснабжения / В.И. Шарапов, М.Е. Орлов, П.В. Ротов, И.Н. Шепелев // Бюллетень изобретений, №24/2004.
12. Пат. 2235250(RU). Система теплоснабжения / В.И. Шарапов, М.Е. Орлов, П.В. Ротов, И.Н. Шепелев // Бюллетень изобретений, №24/2004.
13. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. Учеб. Изд. 6-е, перераб. — М.: Изд-во МЭИ, 1999.
14. Шарапов В.И., Орлов М.Е., Ротов П.В. Технологии обеспечения пиковой мощности систем теплоснабжения. — М.: Изд-во «Новости теплоснабжения», №5/2008.
15. Пат. 2159393(RU). Способ работы системы теплоснабжения / В.И. Шарапов, П.В. Ротов, М.Е. Орлов // Бюллетень изобретений, №32/2000.
16. Пат. 2174610(RU). Способ работы тепловой электрической станции / В.И. Шарапов, М.Е. Орлов, П.В. Ротов // Бюллетень изобретений, №28/2001.
17. Шарапов В.И., Ротов П.В. О регулировании нагрузки открытых систем теплоснабжения // Промышленная энергетика, №4/2002.
18. Пат. 2268372(RU). Тепловая электрическая станция / В.И. Шарапов, М.Е. Орлов, Н.С. Подстрешная // Бюллетень изобретений, №2/2006.
19. Пат. 2269013(RU). Способ работы тепловой электрической станции / В.И. Шарапов, М.Е. Орлов, Н.С. Подстрешная // Бюллетень изобретений, №3/2006.





ЖУКОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД

# ОТОПИТЕЛЬНЫЕ КОТЛЫ

ЭЛЕКТРО  
НЕЗАВИСИМЫ

НИЗКИЙ  
РАСХОД  
ГАЗА

ПЛОЩАДЬ  
ОТОПЛЕНИЯ  
ДО 610 м<sup>2</sup>



“ЭКОНОМ”

“УНИВЕРСАЛ”

“КОМФОРТ”

СЕРВИС



Горячая линия (495) 221-66-88

[WWW.GASKOTEL.RU](http://WWW.GASKOTEL.RU)

ОТОПЛЕНИЕ



## Неэффективная эксплуатация теплосетей

Российские трубопроводные сети переживают длительную безремонтную эксплуатацию, их существенный износ имеет и другую причину. Слишком большая нагрузка на сети ложится вследствие неэффективной (и устаревшей) «кустовой» схемы распределения тепла через центральные тепловые пункты

Как известно, каждый отопительный сезон начинается с больших проблем. Это особенно характерно для небольших городов, где либо совсем не проводят испытания системы на прочность, либо еще весной запускают в трубопровод хорошо прогретый теплоноситель под большим давлением, однако ни средств, ни рабочих рук не хватает, чтобы своевременно заменить «слабые звенья» — уж очень их много. Кроме того, что российские трубопроводные сети переживают длительную безремонтную эксплуатацию, их существенный износ имеет и другую причину. Слишком большая нагрузка на сети ложится вследствие неэффективной (и устаревшей) «кустовой» схемы распределения тепла через центральные тепловые пункты.

Когда говорят о преимуществах индивидуальных тепловых пунктов, подразумевают, в первую очередь, экономию, которая возникает в результате поквартирного учета тепла. Ведь данная технология (с использованием ИТП и другой автоматики) позволяет стимулировать жильцов экономить расход тепловой энергии, поскольку каждый пользователь может получить ощутимую выгоду. Кроме того, индивидуальные тепловые пункты позволяют устанавливать четкий контроль за энергопотреблением всего здания, ограничивать излишнее поступление теплоносителя (то есть исключить «перетопы»), что в конечном итоге тоже дает экономический эффект для каждого жильца лично.

Эти преимущества хорошо известны, однако в данном случае специалисты акцентируют внимание на неоправданном износе всей системы теплоснабжения в результате использования «кустовой» схемы распределения тепла.

Самым слабым звеном системы оказываются распределительные сети относительно небольшого диаметра, по которым тепло поступает на объекты. К сокращению срока службы трубопровода и его межремонтного периода, в частности, приводит использование техно-

логической схемы открытого водозабора, без теплообменников в зданиях. От этого срок эксплуатации тепловых сетей уменьшается с 25–30 лет до 10–12-ти.

Автоматика центральных тепловых пунктов отслеживает перепады температуры воздуха, и другие погодные параметры с высокой долей инертности (не успели «поддать жару», как на улице потеплело). А к ночи снова похолодает. Оперативно срабатывать при резких перепадах температуры автоматика ЦТП не может. Как следствие, случаются «перетопы». А это не только неоправданный расход энергоресурсов, но и лишняя нагрузка на тепловые сети. Поскольку температурный режим при использовании ЦТП соблюдают с большими погрешностями, тепловые сети регулярно испытывают неоправданную нагрузку, что приводит к преждевременному износу.

### Российские трубопроводные сети переживают длительную безремонтную эксплуатацию

Нередко к «перетопим» приводит обычная практика подключения к одному ЦТП зданий с разными температурными графиками: например, школ, детских садов и жилых домов. «Перетоп» наиболее вероятен, когда детский садик находится на первом этаже жилого дома — такое расположение иногда случается. При вертикальной разводке трубопровода и безразличие эксплуатационных служб (такое тоже не редкость) детский сад и жилые этажи дома будут отапливать в одинаковом режиме, хотя норматив предусматривает более низкую температуру для жилых помещений.

Также разные потребности в энергопотреблении имеют здания, давно не знавшие капремонтов, и дома, где недавно заменили трубы, а тем более, провели полную модернизацию всей отопительной системы. Когда центральный тепловой пункт распределяет теплоноситель

Автор: Галина СВИНИНА



«по всему своему кусту», где одна часть зданий модернизирована, а другая — нет, это может стать причиной «перетопов» в старых домах, и соответственно, привести к ускоренному износу трубопровода.

Существенные финансовые потери возможны при транспортировке теплоносителя, когда используется кустовая схема распределения тепла. Правда, в соответствии с законом, который действует уже несколько лет, эксплуатирующие организации должны устанавливать на вводе в каждое здание приборы учета. Разумеется, в Москве, крупных областных центрах и относительно благополучных регионах власти, а тем более хозяева зданий, изыскали средства на установку теплосчетчиков. Этот «экономический рычаг», в первую очередь подействовал на организации, обслуживающие тепловые сети. Производитель тепла учитывает «отпущенный» теплоноситель, а теплосчетчик в каждом здании фиксирует количество полученного тепла. Жильцы коллективно оплачивают тепло, поступившее в дом. Если отопительная система модернизирована, владельцы квартир платят за тепло, в соответствии с показаниями индивидуальных приборов учета.

В обычной (увы, для нашей страны) практике, количество полученного тепла делят на количество квадратных метров площади всего дома, и пропорционально размеру жилплощади выставляют счет. Однако раньше, когда не стояли теплосчетчики на вводе в каждое здание, порядок расчетов был иным.

Теплоснабжающая организация делила стоимость отпущенного тепла между всеми жильцами домов, запитанных от одной ветки. Как будто вовсе и не было

потерь в тепловых сетях. Таким образом, организации перекладывали потери при транспортировке на плечи жильцов и других энергополучателей. Таким образом, у теплоэнергетического ведомства не было стимула утеплять и ремонтировать теплопровод. Зачем? Когда все прорехи в теплоизоляции и прочие неполадки можно включить в квитанцию «за тепло». К сожалению, и сейчас не все рас-

### Ранее теплоснабжающая организация делила стоимость отпущенного тепла между всеми жильцами домов, запитанных от одной ветки



четы за теплоснабжение прозрачны для получателей услуг. Да и не каждый дом на деле оснащен работающим теплосчетчиком — поверенным прибором, который выдает корректные данные. Очевидно, что потери в теплосетях, и связанная с ними неоправданная финансовая нагрузка на жильцов — это следствие использования старой «кустовой» схемы распределения тепла и «привязанных» к ней центральных тепловых пунктов.

Экономический эффект достигается не только путем внедрения поквартирного учета тела. Дело в том, что ИТП позволяют полностью отказаться от распределительных сетей горячего водоснабжения, поскольку в теплообменниках ИТП воду можно готовить не только для отопительной системы, но и для внутрисетевых сетей горячего водоснабжения. Существуют схемы подключения объектов, при которых возможен полный переход от четырехтрубной системы теплоснабжения к двухтрубной. Это позволяет вдвое сократить протяженность распределительных сетей, и существенно уменьшить затраты — как на сами трубы, так на их обслуживание.

Как сказано выше, большие потери тепла происходят именно в распределительных сетях. Таким образом, подготовка горячей воды в теплообменниках «на местах» существенно снижает теплопотери. Также можно получить экономию электроэнергии за счет отключения насосов при подаче горячей воды. ИТП оснащены собственными насосами, способными обеспечить не только циркуляцию теплоносителя в системе отопления, но и прокачку бытовой горячей воды. ●

ОТОПЛЕНИЕ



## Оптимизация теплопередающих циркуляционных колец инженерных систем

Многие инженерные системы в том или ином виде представляют собой замкнутые циркуляционные кольца, соединяющие между собой теплообменные устройства (теплообменники), размещенные, соответственно, у источников и потребителей теплоты. Это, например, системы теплоснабжения систем отопления.

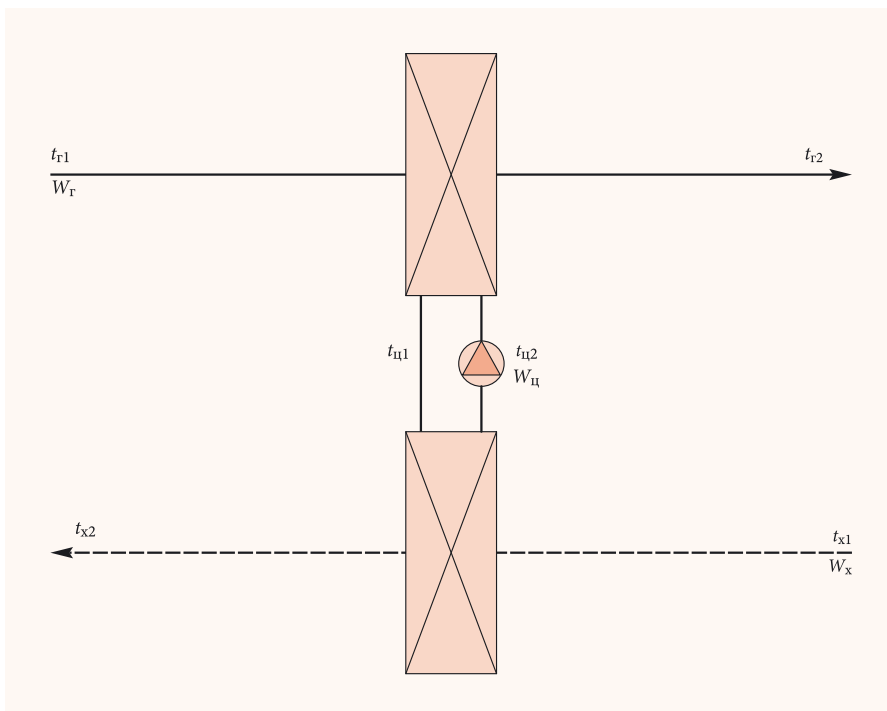
На ТЭЦ или в котельной (источник теплоты) в теплообменнике подогревается теплоноситель, который по системе трубопроводов, образующей циркуляционный контур, подается в теплообменник, расположенный у потребителя, подогревая теплоноситель системы отопления. Аналогично можно рассматривать и систему приготовления воды в системе горячего водоснабжения, системы теплоснабжения приточных систем вентиляции и установок кондиционирования. Замкнутыми системами являются и системы холодоснабжения.

Расчет теплообменного оборудования всех этих систем ведется по принципам интуитивного, с учетом сложившейся практики выбора тех или иных теплотехнических параметров. В результате выбор теплотехнического оборудования и количество перекачиваемого теплоно-

сителя не всегда удовлетворяют инженерной целесообразности.

Широко распространена практика, когда в существующий циркуляционный контур включают дополнительных потребителей теплоты (холода) без изменения количества циркулирующего теплоносителя или поверхностей теплообмена у источника.

На рис. 1 изображена простейшая схема циркуляционного кольца с теплообменниками, размещенными у источника теплоты (горячая среда) и у потребителя теплоты (холодная среда). В первом теплообменнике теплота отводится от горячей среды к циркулирующему в контуре теплоносителю, который, нагревшись, поступает во второй теплообменник. Во втором теплообменнике циркулирующий теплоноситель отдает теплоту холодной среде потребителя.



•• Рис. 1. Простейшая схема циркуляционного кольца с теплообменниками, размещенными у источника теплоты (горячая среда) и у потребителя теплоты (холодная среда) [Г — горячая среда (источник); Х — холодная среда (потребитель); Ц — циркулирующий теплоноситель; W — тепловой эквивалент взаимодействующих сред, соответственно индексу; 1, 2 — начальная и конечная температура взаимодействующих сред; движение сред в каждом теплообменнике противоточное]

Автор: А.Г. АНИЧХИН, к.т.н., член бюро секции «Теплоснабжения, отопления, вентиляции» РНТС

Одной из основных особенностей расчета таких систем является необходимость правильного выбора расхода теплового эквивалента циркулирующего теплоносителя  $W_{ц}$ . Расходы тепловых эквивалентов горячей и холодной сред, как правило, заданы и связаны тепловым балансом теплоносителей и их температурами. Соответственно, при выборе чрезмерно малого расхода циркулирующего теплоносителя его температуры стремятся к температурам горячей теплоносителя, а количество теплоты, воспринятой циркулирующим теплоносителем, ограничивается его расходом.

**Широко распространена практика, когда в существующий циркуляционный контур включают дополнительных потребителей теплоты (холода) без изменения количества циркулирующего теплоносителя или поверхностей теплообмена у источника**

При выборе большого расхода циркулирующего теплоносителя его температуры меняются незначительно, а количество воспринятой теплоты ограничивается разностью температур всех взаимодействующих теплоносителей. Наибольшее количество теплоты циркулирующий теплоноситель перенесет при каком-то промежуточном расходе.

Установим в данной работе основные условия, при которых циркуляционны-

ми кольцами инженерных систем будет осуществляться наиболее эффективный перенос теплоты.

Известно, что наиболее эффективный перенос теплоты осуществляется в теплообменниках при противоточном движении взаимодействующих сред. В связи с этим все теплообменники в циркуляционных контурах инженерами включаются по противоточной схеме движения теплообменивающихся сред.

В каждом теплообменнике взаимодействующие среды движутся навстречу друг другу, соответственно изменяются и средние разности температур взаимодействующих сред:

□ в теплообменнике источника теплоты (горячая среда)

$$\Delta t_r = \frac{t_{r1} - t_{ц1}}{m_r k_r F_r} [\exp(-m_r k_r F_r) - 1]; \quad (1)$$

□ в теплообменнике у потребителя теплоты (холодная среда)

$$\Delta t_x = \frac{t_{ц1} - t_{x2}}{m_x k_x F_x} [\exp(-m_x k_x F_x) - 1]. \quad (2)$$

Средняя разность температур основных взаимодействующих сред (горячей и холодной) описывается следующей зависимостью:

$$\begin{aligned} \Delta t_r^\Sigma &= \Delta t_r + \Delta t_x = \\ &= \frac{t_{r1} - t_{ц1}}{m_r k_r F_r} [\exp(-m_r k_r F_r) - 1] + \\ &+ \frac{t_{ц1} - t_{x2}}{m_x k_x F_x} [\exp(-m_x k_x F_x) - 1]. \end{aligned} \quad (3)$$

Из зависимости (3) видно, что, несмотря на противоточную организацию движения, характер изменения средней

разности температур основных взаимодействующих сред (между источником и потребителем теплоты) существенно отличается от характерного для противоточного движения, который должен иметь следующий вид:

$$\Delta t_r^\Sigma = \frac{t_{r1} - t_{x2}}{m_o^\Sigma k_o^\Sigma F_o^\Sigma} [\exp(-m_o^\Sigma k_o^\Sigma F_o^\Sigma) - 1]. \quad (4)$$

Преобразуем зависимость формулы (3) к такому виду:

$$\begin{aligned} \Delta t_r^\Sigma &= \frac{t_{r1} - t_{x2}}{m_r k_r F_r} [\exp(-m_r k_r F_r) - 1] + \\ &+ (t_{x2} - t_{ц1}) \left( \frac{\exp(-m_r k_r F_r) - 1}{\frac{m_r k_r F_r}{\exp(-m_x k_x F_x) - 1}} \right). \end{aligned} \quad (5)$$

Функции (4) и (5) будут идентичными при следующих условиях:

$$-(m_x k_x F_x) + (m_r k_r F_r) = 0, \quad (6)$$

то есть  $m_o^\Sigma = m_r$ ,  $k_o^\Sigma = k_r$ ,  $F_o^\Sigma = F_r$ .

Данное равенство возможно только, если тепловой эквивалент циркуляционного теплоносителя будет удовлетворять условию:

$$\frac{W_{ц}}{W_r} = \frac{1 + \frac{k_x F_x}{k_r F_r}}{\frac{W_r k_x F_x}{W_x k_r F_r} + \frac{W_x k_r F_r}{W_x k_r F_r}}. \quad (7)$$

Зависимость (7) указывает, что тепло-техническая эффективность циркуляционных колец при любом распределении поверхностей теплообмена теплообменников между источником и потребителем будет удовлетворять противоточному движению основных сред. Другими словами, присоединяя к циркуляционному кольцам дополнительных потребителей, необходимо скорректировать расход теплового эквивалента циркулирующего теплоносителя.

Для любого реального циркуляционного кольца по зависимости (7) можно определить  $W_{ц}$  и тем самым повысить количество транспортируемого по кольцу теплоты.

Характеризовать эффективность работы теплообменников принято безразмерными коэффициентами теплообмена, которые имеют вид:

□ для теплообменника в горячей среде

$$\theta_{ц1}^r = \frac{t_{r1} - t_{r2}}{t_{r1} - t_{ц1}} = \quad (8)$$

$$= \frac{1 - \exp\left[-\left(1 - \frac{W_r}{W_{ц}}\right) \frac{k_r F_r}{W_r}\right]}{1 - \frac{W_r}{W_{ц}} \exp\left[-\left(1 - \frac{W_r}{W_{ц}}\right) \frac{k_r F_r}{W_r}\right]}$$

●● Относительная доля теплового эквивалента циркуляционного теплоносителя\*

табл. 1

$W_r/W_x$	Величина $(k_x F_x)/(k_r F_r)$									
	0,10	0,3	0,5	5	7	10	20	50	100	500
<b>0,1</b>	0,55	0,33	0,25	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>0,3</b>	0,83	0,65	0,56	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,30	0,30
<b>0,5</b>	0,92	0,81	0,75	0,55	0,53	0,52	0,51	0,50	0,50	0,50
<b>0,7</b>	0,96	0,91	0,88	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70
<b>0,9</b>	0,99	0,98	0,96	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90	0,90	0,90
<b>1</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>3</b>	1,06	1,18	1,29	2,25	2,40	2,54	2,74	2,89	2,94	2,99
<b>5</b>	1,08	1,23	1,36	3,00	3,33	3,67	4,20	4,64	4,81	4,96
<b>7</b>	1,08	1,25	1,40	3,50	4,00	4,53	5,44	6,26	6,61	6,92
<b>10</b>	1,09	1,26	1,43	4,00	4,71	5,50	7,00	8,50	9,18	9,82
<b>20</b>	1,09	1,28	1,46	4,80	5,93	7,33	10,50	14,57	16,83	19,27
<b>30</b>	1,10	1,29	1,48	5,14	6,49	8,25	12,60	19,13	23,31	28,36

\* В тепловом эквиваленте основной горячей теплообменивающей среды ( $W_{ц1}/W_r$ ).

●● Соотношение суммарных поверхностей теплообмена теплообменников\*

табл. 2

$k_r/k_x$	0,1	0,5	0,7	1	10	50	100	150
$\bar{S}\bar{F}$	0,84	0,88	0,93	1,00	2,64	6,32	9,18	11,40

\* При различных вариантах выбора их оптимизации.

и

$$\theta_{\text{гр}}^r = \frac{t_{\text{н1}} - t_{\text{н2}}}{t_{\text{р1}} - t_{\text{н2}}} = \frac{W_r}{W_{\text{н}}} \times \frac{1 - \exp\left[-\left(1 - \frac{W_r}{W_{\text{н}}}\right) \frac{k_r F_r}{W_r}\right]}{1 - \frac{W_r}{W_{\text{н}}} \exp\left[-\left(1 - \frac{W_r}{W_{\text{н}}}\right) \frac{k_r F_r}{W_r}\right]}; \quad (9)$$

□ а для теплообменника в холодной среде будет иметь место

$$\theta_{\text{ох}}^x = \frac{t_{\text{н1}} - t_{\text{н2}}}{t_{\text{н1}} - t_{\text{х2}}} = \frac{1 - \exp\left[-\left(1 - \frac{W_{\text{н}}}{W_x}\right) \frac{k_x F_x}{W_{\text{н}}}\right]}{1 - \frac{W_{\text{н}}}{W_x} \exp\left[-\left(1 - \frac{W_{\text{н}}}{W_x}\right) \frac{k_x F_x}{W_{\text{н}}}\right]}; \quad (10)$$

и

$$\theta_{\text{ох}}^x = \frac{t_{\text{х2}} - t_{\text{х1}}}{t_{\text{н1}} - t_{\text{х2}}} = \frac{W_{\text{н}}}{W_x} \times \frac{1 - \exp\left[-\left(1 - \frac{W_{\text{н}}}{W_x}\right) \frac{k_x F_x}{W_{\text{н}}}\right]}{1 - \frac{W_{\text{н}}}{W_x} \exp\left[-\left(1 - \frac{W_{\text{н}}}{W_x}\right) \frac{k_x F_x}{W_{\text{н}}}\right]}; \quad (11)$$

□ для всего циркуляционного кольца

$$\theta_{\text{гр}}^{\Sigma} = \frac{t_{\text{р1}} - t_{\text{р2}}}{t_{\text{р1}} - t_{\text{х1}}} = \frac{1}{\frac{1}{\theta_{\text{гр}}^r} - \frac{W_r}{W_{\text{н}}}\left(1 - \frac{1}{\theta_{\text{гр}}^r}\right)}. \quad (12)$$

Данные зависимости при определении теплового эквивалента циркуляци-

онного теплоносителя по формуле (7) преобразуются к виду:

□ для теплообменника в горячей среде

$$\text{оп}\theta_{\text{гр}}^r = \frac{t_{\text{р1}} - t_{\text{р2}}}{t_{\text{р1}} - t_{\text{н2}}} = \frac{1 - \exp\left[-\left(\frac{1}{W_r} - \frac{1}{W_x}\right) \times \frac{k_r F_r k_x F_x}{k_r F_r + k_x F_x}\right]}{1 - \frac{W_x k_r F_r + W_r k_x F_x}{W_x (k_r F_r + k_x F_x)} \times \exp\left[-\left(\frac{1}{W_r} - \frac{1}{W_x}\right) \times \frac{k_r F_r k_x F_x}{k_r F_r + k_x F_x}\right]}; \quad (13)$$

и

$$\text{оп}\theta_{\text{гр}}^r = \frac{t_{\text{н1}} - t_{\text{н2}}}{\frac{t_{\text{р1}} - t_{\text{н2}}}{W_x k_r F_r + W_r k_x F_x} \times \frac{W_x (k_r F_r + k_x F_x)}{W_x (k_r F_r + k_x F_x)}} \times \frac{1 - \exp\left[-\left(\frac{1}{W_r} - \frac{1}{W_x}\right) \times \frac{k_r F_r k_x F_x}{k_r F_r + k_x F_x}\right]}{1 - \frac{W_x k_r F_r + W_r k_x F_x}{W_x (k_r F_r + k_x F_x)} \times \exp\left[-\left(\frac{1}{W_r} - \frac{1}{W_x}\right) \times \frac{k_r F_r k_x F_x}{k_r F_r + k_x F_x}\right]}; \quad (14)$$

□ а для теплообменника в холодной среде будет иметь место

$$\text{оп}\theta_{\text{ох}}^x = \frac{t_{\text{н1}} - t_{\text{н2}}}{t_{\text{н1}} - t_{\text{х1}}} = \frac{1 - \exp\left[-\left(\frac{1}{W_r} - \frac{1}{W_x}\right) \times \frac{k_r F_r k_x F_x}{k_r F_r + k_x F_x}\right]}{1 - \frac{W_r (k_r F_r + k_x F_x)}{W_x k_r F_r + W_r k_x F_x} \times \exp\left[-\left(\frac{1}{W_r} - \frac{1}{W_x}\right) \times \frac{k_r F_r k_x F_x}{k_r F_r + k_x F_x}\right]}; \quad (15)$$

и

$$\text{оп}\theta_{\text{ох}}^x = \frac{t_{\text{х2}} - t_{\text{х1}}}{\frac{t_{\text{н1}} - t_{\text{х1}}}{W_r (k_r F_r + k_x F_x)} \times \frac{W_x (k_r F_r + k_x F_x)}{W_x (k_r F_r + k_x F_x)}} \times \frac{1 - \exp\left[-\left(\frac{1}{W_r} - \frac{1}{W_x}\right) \times \frac{k_r F_r k_x F_x}{k_r F_r + k_x F_x}\right]}{1 - \frac{W_r (k_r F_r + k_x F_x)}{W_x k_r F_r + W_r k_x F_x} \times \exp\left[-\left(\frac{1}{W_r} - \frac{1}{W_x}\right) \times \frac{k_r F_r k_x F_x}{k_r F_r + k_x F_x}\right]}; \quad (16)$$

□ для всего циркуляционного кольца

$$\text{оп}\theta_{\text{гр}}^{\Sigma} = \frac{t_{\text{р1}} - t_{\text{р2}}}{t_{\text{р1}} - t_{\text{х1}}} = \frac{1}{\frac{1}{\text{оп}\theta_{\text{гр}}^r} - \frac{W_x k_r F_r + W_r k_x F_x}{W_x (k_r F_r + k_x F_x)} \left(1 - \frac{1}{\text{оп}\theta_{\text{ох}}^x}\right)} \times \frac{1 - \exp\left[-\left(\frac{1}{W_r} - \frac{1}{W_x}\right) \times \frac{k_r F_r k_x F_x}{k_r F_r + k_x F_x}\right]}{1 - \frac{W_r}{W_x} \exp\left[-\left(\frac{1}{W_r} - \frac{1}{W_x}\right) \times \frac{k_r F_r k_x F_x}{k_r F_r + k_x F_x}\right]}. \quad (17)$$

Отметим, что зависимости (13–16) в аргументе  $\epsilon_{\text{хр}}$  содержат выражение:

$$\frac{k_r F_r k_x F_x}{k_r F_r + k_x F_x},$$

характеризующее особенности распределения удельных тепловых потоков теплообменников, а также поверхностей теплообмена и физических свойств теплоносителей. Это выражение имеет два максимума в зависимости от особенностей условий оптимизации. Как условие оптимизации может быть принято:

$$k_r F_r + k_x F_x = \text{const}, F_x + F_r = \text{const}.$$



www.worldjournalonline.com

∴ Соотношения коэффициентов теплообмена теплообменников

табл. 3

Вид основной среды		Вид циркулирующего теплоносителя	Диапазон изменения коэффициентов теплопередачи, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)		Рекомендуемые значения коэффициентов теплопередачи, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)		Рекомендуемые соотношения
горячая (холодная)	холодная (горячая)		k <sub>Г</sub> (k <sub>Х</sub> )	k <sub>Х</sub> (k <sub>Г</sub> )	k <sub>Г</sub> (k <sub>Х</sub> )	k <sub>Х</sub> (k <sub>Г</sub> )	
газ	газ	газ	12–35	12–35	30	30	1
		жидкость	20–70	20–70	45	45	1
		пар (с конденсатом)	20–70	20–70	45	45	1
газ	жидкость	газ	12–35	20–70	30	45	0,7 (1,5)
		жидкость	20–70	230–5800	45	4000	0,011 (90)
		пар (с конденсатом)	20–70	300–10000	45	6000	0,0075 (130)
жидкость	газ	газ	20–70	12–35	45	30	1,5 (0,7)
		жидкость	230–5800	20–70	4000	45	90 (0,011)
		пар (с конденсатом)	300–10000	20–70	6000	45	130 (0,0075)
жидкость	жидкость	газ	20–70	20–70	45	45	1
		жидкость	230–5800	230–5800	4000	4000	1
		пар (с конденсатом)	300–10000	300–10000	6000	6000	1

\* Обусловленные теплофизическими свойствами участвующих в теплообмене теплоносителей.

Экстремального значения приведенные зависимости достигаются в следующем случае:

$$k_{Г} F_{Г} = k_{Х} F_{Х}; \tag{18}$$

$$\sqrt{k_{Г} F_{Г}} = \sqrt{k_{Х} F_{Х}}. \tag{19}$$

Из (18) и (19) следуют закономерности распределения поверхностей теплообмена теплообменников между источником и потребителем теплоты.

**Наиболее эффективный перенос теплоты осуществляется в теплообменниках при противоточном движении взаимодействующих сред, поэтому все теплообменники в циркуляционных контурах включаются по противоточной схеме**

Общая суммарная поверхность теплообмена теплообменников циркуляционного кольца будет оцениваться следующим соотношением:

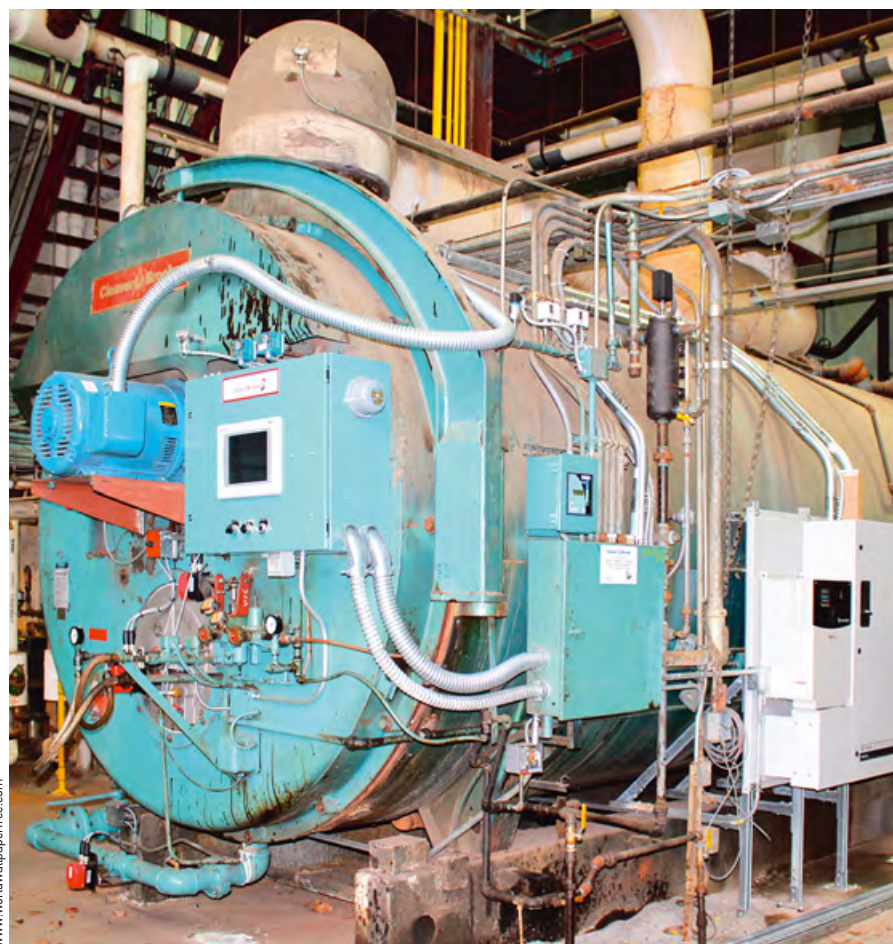
$$\sum \bar{F} = \frac{\sum F^{kF}}{\sum F^F} = \frac{1 + \frac{k_{Г}}{k_{Х}}}{1 + \sqrt{\frac{k_{Г}}{k_{Х}}}}. \tag{20}$$

Из анализа зависимости (20) и данных табл. 2 и 3 следует, что наименьшая поверхность теплообмена теплообменников циркуляционного контура достигается при оптимизации контура по варианту Б, то есть, когда используются разнородные теплоносители (табл. 3).

При использовании однородных теплоносителей оптимизация поверхности теплообмена теплообменников в обоих случаях будет одинакова. Кроме того, следует отметить, что при использовании однородных теплоносителей коэффициенты теплообмена будут примерно одинаковы, что обуславливает потребность в каждом потоке устанавливать теплообменники с одинаковой поверхностью теплообмена.

Данный факт удобен при прогнозировании потребности в оборудовании для осуществления перспективных проектов и оценки принимаемых решений. ●

*Продолжение следует.*



www.worldwallpaperfree.com

1. Аничхин А.Г. Оптимизация установок передачи теплоты // Водоснабжение и санитарная техника, №1/1988.
2. Аничхин А.Г. Расчет минимально необходимых поверхностей теплообмена в системах утилизации тепле с промежуточным теплоносителем / В кн.: «Энергосбережение в системах отопления, вентиляции, кондиционирования». — М.: Наука, 1990.

## Оценка энергоэффективности зданий

В настоящее время во всем мире большое внимание уделяется вопросам энергосбережения. В России имеется методика по оценки энергоэффективности здания. В Финляндии схожая методика также разработана.

В настоящее время в России большое внимание уделяется вопросам энергосбережения. В соответствии с требованиями Федерального закона РФ от 23.11.2009 № 261 до конца 2012 года должен был проведен энергоаудит муниципальных зданий и промпредприятий. По результатам энергоаудита обычно составляется энергетический паспорт здания и, оценивается энергоэффективность здания и, в случае необходимости, разрабатываются мероприятия по повышению энергоэффективности.

На федеральном уровне были определены требования к энергетическому паспорту: промышленных предприятий — ГОСТ Р 51379-99 «Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов» [1]; жилых и общественных зданий — СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» [2].

Энергетический паспорт здания составляется на стадии проектирования в разделе «Энергоэффективность» и корректируется по фактическим значениям сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций, которые определяются по результатам натурных измерений. По величине фактического удельного энергопотребления здания на отопление оценивают его энергоэффективность. Если класс энергетической эффективности здания не соответствует нормативным требованиям [2], то Ростехнадзор не принимает такое здание к эксплуатации.

На сегодняшний день методические рекомендации для проведения энергоаудита зданий в соответствии с ФЗ №261 не разработаны. Например, для жилых и общественных зданий форма энерге-

### По требованиям ФЗ РФ №261 до конца 2012 года должен был проведен энергоаудит муниципальных зданий и промпредприятий

тического паспорта, которая приведена в [2], должна быть дополнена разделом «контроль и регулирование энергопотребления», а также учитывать потребление энергии на горячее водоснабжение.

Показатель энергетической эффективности зданий — удельный расход тепловой энергии на отопление за отопительный период, с учетом воздухообмена, теплоступлений и ориентации зданий. Энергетическая эффективность зданий определяется по величине удельного расхода тепловой энергии на отопление за отопительный период как при проектировании и строительстве, так и в дальнейшем при эксплуатации.

В качестве критерия для оценки используются соотношения вида:

$$\frac{q_{пр} - q_{трреб}}{q_{трреб}} \text{ или } \frac{q_{факт} - q_{трреб}}{q_{трреб}},$$

где  $q_{пр}$ ,  $q_{факт}$ ,  $q_{трреб}$  — величины проектного, фактического и требуемого удельного потребления тепловой энергии зданием, соответственно.

Требуемая удельная потребность тепловой энергии на отопление здания  $q_{трреб}$  принимается в соответствии с табл. 4 Приказа Министерства регионального развития РФ от 28.03.2010 №262 «О требованиях энергетической эффективности зданий, строений, сооружений». К классу «нормальный» относят здания, для которых удельная тепловая характеристика отличается от





# Настоящий итальянец

Aqua-Therm  
зал № 13



Приглашаем Вас посетить выставку AQUA-THERM,  
которая пройдет в г. Москве с 5 по 8 февраля 2013  
в выставочном комплексе «Крокус Экспо».

Будем рады видеть Вас  
на нашем стенде в зале №13



**BIASI**  
GENERAZIONE COMFORT

Техническая поддержка  
**8 800 555 77 32**  
(звонок по России бесплатный)

На правах рекламы.

BIASI Group в России: тел. (499) 967-77-22 | [www.biasi.ru](http://www.biasi.ru)

Результаты расчетов (проектные и фактические)

табл. 1

	Трансмиссионные теплопотери		Инфильтрационные теплопотери		Общие теплопотери		Класс энергоэффективности	
	проектно	фактически	проектно	фактически	проектно	фактически	проектно	фактически
По методу D5, кВт·ч	613 442	623 930	741 581	741 581	1 355 023	1 365 511	В (нормальный)	Класс С!
Процент от общих теплопотерь, %	45	46	5	54	10	100	–	–
По СНиП 23-02-2003, кВт·ч	702 661	718 188	609 634	610 038	1 312 295	1 328 226	С (нормальный)	Класс С!
Процент от общих теплопотерь, %	54	54	46	46	100	100	–	–
<b>Расчетная удельная потребность в полезной тепловой энергии на отопление здания</b>								
По методу D5, кВт·ч/м <sup>2</sup>	116	125	116	125	116	125	116	125
По СНиП 23-02-2003, кВт·ч/м <sup>2</sup>	90	93	90	93	90	93	90	93

нормативного значения, приведенного в [2], не более чем на 10%. Следует, однако, отметить, что погрешность, с которой определяются расчетные и фактические значения сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций в натурных условиях, а следовательно, и удельная тепловая характеристика здания, значительно превосходят отмеченный диапазон. Эта классификация относится как к вновь возводимым и реконструируемым зданиям, проекты которых разработаны в соответствии с требованиями описанных выше нормативных документов, так и к эксплуатируемым зданиям, построенным по прежним нормативным документам.

В Финляндии, также как и во многих развитых странах, уделяется большое внимание энергоэффективности зданий. В этой стране разработана методика по определению энергоэффективности здания.

В данном расчете использовался метод, основанный на финском стандарте «D5 Suomen akentamismääräyskokoelma Ympäristöministeriö, Asunto ja rakennusosasto» («Строительный кодекс Д5 Финляндии. Министерство охраны окружающей среды, департамент строительства»). Для корректного сравнения не учитывалось потребление горячей воды и электропотребления здания.

Проведен анализ сравнения финского и российского методов расчета энергоэффективности зданий. Были выявлены различные отличия. В финском методе идет расчет по среднемесячной температуре, в российском же берется средняя температура за отопительный период.

В методе D5 учитывается потребление воды и электроэнергии отдельно, также учитывается и количество энергии, необходимое на вентиляцию здания. В методе [2] горячее водопотребление не учитывается вовсе, а потребление электроэнергии учитывается в бытовых теплопоступлениях в здание за отопительный период. Также отметим, что различаются расчеты теплопоступлений от сол-

нечной радиации: различные уравнения и эмпирические коэффициенты. В финском методе еще учитывается температура грунта.

Результаты основных показателей энергетической эффективности здания, полученные на основании как проектных, так и фактических данных, приведены в табл. 1. Отметим, что разница между методами составила 22%.

На основании полученных данных были сделаны следующие выводы. Трансмиссионные теплопотери сравнимы с потерями на инфильтрацию в обоих случаях. Помесячный учет дает меньшее значение трансмиссионных теплопотерь, чем расчет по средней температуре за отопительный период, — в этом случае финский метод более точен. Так как при расчете теплопотерь на весь отопительный период мы используем одну среднюю температуру за весь период. Если же рассчитать потребность в полезной тепловой энергии на отопление здания за отопительный период по российскому методу (по среднемесячной температуре), то данная величина снизится на 6,5%.

Теплопоступления от солнечной радиации при расчете по финскими нормам в два раза выше, чем по российским. Это различие объясняется использованием разных эмпирических коэффициентов. Учет месячных потоков теплоты позволяет более точно оценить влияние солнечной радиации в тепловом балансе зданий. Однако теплопоступления составляют порядка 9% от общих теплопотерь здания. Также необходимо учитывать тот фактор, что в отопительный период, например, в Санкт-Петербурге солнечных дней крайне мало. Также не полностью учитывается окружающая застройка вокруг здания. ●

- ГОСТ Р 51379-99. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. — Введ. 2000-09-01. — М: Госстрой России, 2000.
- СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. Введ. 2003-10-01. — М: Госстрой России, 2003.
- Федеральный закон от 23.11.2009 №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Введ. 2009-23-09. — М: Кремль, 2009.
- Национальный строительный кодекс Финляндии Д5. Введ. 2007-19-06. — Хельсинки (Финляндия), 2007.



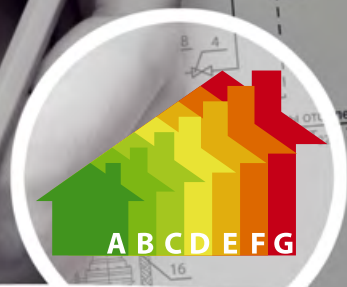
# Больше возможностей Простые решения для сложных задач

**Почему специалисты в области проектирования выбирают Danfoss?** Потому что Danfoss — это мировой лидер в производстве энергосберегающего оборудования, уникальный опыт создания энерго-

эффективных решений по всей России, это проработка типовых решений, техническая поддержка и помощь в подборе оборудования. **Потому что мы всегда работаем для вас.**

**до 40%**  
энергосбережения

Эффект, достигаемый при применении комплексного подхода Danfoss





## Тепловлажно-стой режим ограждающих конструкций промышленного холодильника

В этой статье выполнен анализ тепловлажного режима наружных стен эксплуатируемого холодильника. Предложены варианты повышения их теплозащитных качеств путем устройства дополнительной наружной теплоизоляции.

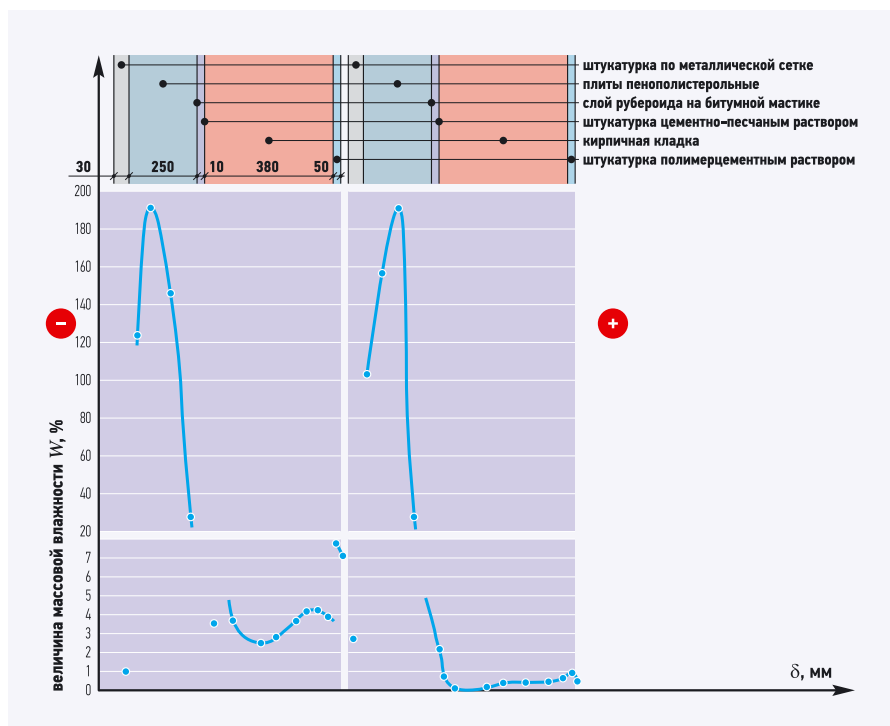
Промышленные холодильники эксплуатируются с жесткими требованиями обеспечения в камерах хранения продуктов отрицательной температуры и периодически изменяющимися внешними климатическими условиями. Вследствие этого в ограждающих конструкциях формируется особый тепловлажный режим, оказывающий существенное влияние на их теплозащитные качества. В данной работе представлены результаты теплотехнических исследований наружных стен промышленного холодильника и поиск путей повышения их сопротивления теплопередаче для перевода эксплуатации холодильных камер с температурного режима  $t_k = -20^\circ\text{C}$  на режим  $t_k = -25^\circ\text{C}$ .

Наружные стены холодильных камер выполнены кирпичной кладкой ( $d = 380$  мм) из полнотелого глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе, с внутренней теплоизоляцией плита-

ми пенополистирольными и штукатуркой известково-песчаным раствором по металлической сетке. Между слоями кирпичной кладки и теплоизоляции устроена пароизоляция одним слоем рубероида. Слои теплоизоляции составлен из двух плит пенополистирола, толщиной  $d = 100$  и  $150$  мм.

В 2005 году был проведен капитальный ремонт наружных стен холодильных камер с частичной (полной) заменой теплоизоляционного слоя. Снаружи, по стенам, была выполнена штукатурка полимерцементным раствором.

### Представлены результаты теплотехнических исследований наружных стен промышленного холодильника и поиск путей повышения их сопротивления теплопередаче



❖ **Рис. 1.** Распределение массовой влажности по толще наружных стен (**а** — ориентированных на северо-западное направление; **б** — ориентированных на юго-восточное направление)

Авторы: А.М. ПРОТАСЕВИЧ; С.В. СОМОВА;  
В.В. ЛЕШКЕВИЧ, Белорусский национальный технический университет,  
РУП «Институт БелНИИС»

**Тепловизионная съемка ограждающих конструкций холодильных камер.** Для оценки температурных полей наружных стен холодильника выполнена их съемка в ИК-лучах. Съемка показала, что распределение температур по поверхности наружных стен холодильных камер, за исключением нескольких участков, достаточно однородное, сопряжения наружных стен с перекрытиями пониженными температурами не выделяются. Это позволило сделать вывод, что наружные стены, в основном, эксплуатируются примерно в одинаковом температурно-влажностном режиме.

**Тепловлажностный режим наружных стен холодильных камер.** По результатам ИК-съемки выбраны места вскрытия стен здания. Наружные стены вскрывались как со стороны улицы, так и со стороны холодильных камер на одних и тех же участках по этажам здания. Распределения массовой влажности по сечению наружных стен, ориентированных на северо-западное и юго-восточное направления показаны на рис. 1.

Максимальная величина массовой влажности материалов стены, ориентированной на северо-западное направление (рис. 1а), зафиксирована в слое пенополистирола. Значение ее значительно превышает расчетное массовое отношение влаги для пенополистирола в условиях эксплуатации «Б», равное  $W_{wБ} = 10\%$  [1]. При вскрытии со стороны холодильной камеры между слоями штукатурки и пенополистирола, плитами пенополистирола и пароизоляции выявлены слои льда и инея.

Максимальная величина массовой влажности приходится на плоскость контакта плит из пенополистирольного пенопласта, составляющих слой теплоизоляции. Массовые влажности образцов определены без учета слоя льда толщиной  $d = 2-5$  мм, находившегося между плитами. В контактном слое теплоизоляции у кирпичной кладки массовая влажность утеплителя минимальна по величине и равна  $W_w = 23,5\%$ . Максимальная массовая влажность кирпича достигает  $4,3\%$  и определена на расстоянии 40–110 мм от наружной поверхности стены. Наружная штукатурка, уложенная по кладке, имеет массовую влажность величиной в пределах  $W_w = 7,3-7,9\%$ .

Распределение массовой влажности материалов по сечению юго-восточной стены имеет как сходства, так и различия со стеной северо-западной ориентации (рис. 1б). В слое теплоизоляции массовая влажность пенополистирола достигает  $W_w = 190\%$ . При этом макси-



www.worldwallpaperfree.com

мальная величина массовой влажности, также как и в стене северо-западного направления, определена в плоскости контакта плит пенополистирола. Различия наблюдаются в величинах влажности слоев утеплителя, примыкающих к кирпичной кладке. В указанной плоскости массовая влажность пенополистирола равна  $W_w = 2,1\%$ , что соответствует массовой влажности по условиям эксплуатации ограждений «А». Массовые влажности кирпичной кладки стены и цементно-песчаного раствора у плит пенополистирола не превышают  $W_w = 1\%$ . Максимальная влажность пенополистирола  $W_w = 190\%$  соответствует объемной влажности  $W_v = 4,7\%$ . Указанная величина достаточно велика, но несмотря на это видимого нарушения структуры пенополистирола при кристаллизации воды в лед при натуральных исследованиях не обнаружено.

Массовые влажности наружной штукатурки и кирпича кладки наружных стен, ориентированных на северо-запад

имеют значительно большие массовые влажности, в сравнении с материалами наружных стен, ориентированными на юго-восточное направление. Это вызвано систематической конденсацией водяного пара на их наружной поверхности в летний период года и минимальным прогревом стен солнечной энергией.

Расчеты влажностного режима наружных стен холодильника подтвердили, что зона конденсации водяного пара расположена в слое пенополистирола. Основной причиной значительной массовой влажности материалов стены является недостаточное сопротивление паропроонианию слоя пароизоляции.

Сопротивление теплопередаче наружных стен, ориентированных на юго-восток, равно  $R_T = 3,55$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ )/Вт, для стен северо-западного направления — это  $R_T = 3,29$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ )/Вт. Коэффициенты теплопроводности материалов определены в зависимости от влагосодержания при положительных и отрицательных температурах эксплуатации.



www.worldwallpaperfree.com

### Сопоставление проектных и расчетных теплопотоков

Сопоставление и анализ статей теплопоступлений в камеры холодильника на январь-апрель 2010 года. показывают, что основные теплопоступления связаны с эксплуатационными потоками теплоты при холодильной обработке продуктов. Теплопоступления через наружные ограждения холодильника составили 18–20 % от суммарных теплопоступлений. Поэтому уменьшение теплопоступлений только за счет дополнительной теплоизоляции наружных стен экономически не рационально и сложно в техническом исполнении.

На основании анализа статей теплопоступлений принят уровень увеличения сопротивления теплопередаче наружных стен до нормативной величины в соответствии с ТКП 45-3.02-151–2009 [2] равный  $R_T = 4,7 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт}$ . С учетом сопротивления теплопередаче наружной стены северо-западного направления сопротивление теплопередаче дополнительной изоляции составляет  $\Delta R_T = 1,41 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт}$ , а для стен юго-восточной и юго-западной ориентации эта величина составит  $\Delta R_T = 1,15 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт}$ .

### Дополнительная теплоизоляция наружных стен холодильных камер

Для повышения теплозащиты наружных стен холодильных камер рассмотрены три варианта дополнительной теплоизоляции, позволяющие как увеличить сопротивление теплопередаче, так и обеспечить удовлетворительный влажностный режим конструкции при их дальнейшей эксплуатации.

1. Устройство наружной системы утепления из блоков пеностекла [ $d = 200 \text{ мм}$ ,  $\rho = 160 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_B = 0,07 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$  и  $\mu = 0,003 \text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}$ ] с наружной полимерцементной штукатуркой.

2. Устройство наружной системы утепления из блоков пеностекла ( $d = 200 \text{ мм}$ ,  $\rho = 160 \text{ кг/м}^3$ ) и вентилируемой фасадной системой.

3. Устройство дополнительной теплоизоляции из трехслойных сэндвич-панелей с утеплителем из пенополиуретана ( $d = 100 \text{ мм}$ ,  $\rho \geq 40 \text{ кг/м}^3$ ).

Сравнительный анализ вариантов дополнительной теплоизоляции выполнен по результатам решения задач нестационарного переноса теплоты и влаги при граничных условиях III-го рода. Результаты расчетов показали, что наружные стены в режиме эксплуатации с дополнительной теплоизоляцией и вентилируемой фасадной системой имеют тепловлажностный режим, близ-

### •• Прогнозирование динамики изменения массовой влажности материалов

табл. 1

№ позиции и наименование слоев ограждающей конструкции, начиная от наружной поверхности	Начальная влажность материала, %	Влажность материала (1 год), %	Влажность материала (2 год), %	Влажность материала (3 год), %
1. Наружная штукатурка полимерцементным раствором	1,28	1,28	1,28	1,28
2. Кладка из блоков пеностекла на цементно-песчаном растворе	≈ 0,09	≈ 0,09	≈ 0,09	≈ 0,09
3. Штукатурка полимерцементным раствором	0,82	0,89	0,88	0,88
4. Кирпич кладки	0,42	0,157	0,049	0,046
5. Штукатурка цементно-песчаным раствором	0,72	0,89	0,89	0,89
6. Плиты пенополистирольные	96,0	83,45	78,12	73,34
7. Штукатурка известково-песчаным раствором	2,65	3,20	3,20	3,20

кий к режиму стен с дополнительной теплоизоляцией и защитной наружной полимерцементной штукатуркой окрашенной в светлые тона.

Прогнозирование динамики изменения массовой влажности материалов, ежемесячно, в течение трехгодичного периода эксплуатации, показали, что в процессе эксплуатации она понижается. Средние массовые влажности материалов в начальный период эксплуатации, а также по состоянию на июль каждого последующего года после теплоизоляции, для наружной стены, ориентированной на юго-восточное направление, приведены в табл. 1.

Снижение влажности пенополистирола в первые три года эксплуатации составляет порядка 20 % по массе, причем снижение массовой влажности в каждый последующий годы идет менее интенсивно. Ориентировочный период снижения влажности до условий эксплуатации «Б»  $W = 10\%$  по массе составляет 15–20 лет.

### Снижение влажности пенополистирола в первые три года эксплуатации составляет порядка 20 % по массе



Устройство третьего варианта дополнительной теплоизоляции позволяет осуществить «консервацию» влаги, накопленной за период эксплуатации стен холодильника. Выполнение работ по монтажу трехслойных сэндвич-панелей требует особой тщательности. Необходимо плотное прилегание без щелей и воздушных прослоек сэндвич-панелей к наружной поверхности стен; соединение панелей при монтаже водо- и паронепроницаемыми стыковыми «замками»; укрытие мест крепления панелей к стене металлическими накладками.

По теплотехническим показателям рассмотренные варианты дополнительной теплоизоляции удовлетворяют требованиям повышения теплозащитных качеств наружных стен холодильника до принятых величин при переводе эксплуатации холодильных камер с температурного режима  $t_k = -20\text{°C}$  на режим  $t_k = -25\text{°C}$ .

### Заключение

Повышение теплозащиты зданий для перевода холодильных камер на пониженный температурный режим целесообразно выполнять устройством дополнительной теплоизоляции на наружной поверхности стен, не выводя холодильные камеры из эксплуатации.

На основании результатов натурных экспериментальных и теоретических исследований выполнен анализ тепловлажностного режима наружных стен холодильника. Результаты исследований систем дополнительной теплоизоляции переданы проектным организациям для выбора проектного решения по устройству теплоизоляции холодильных камер со стороны наружного воздуха. ●

1. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. ТКП 45-2.04-43–2006. — Минск: Мин-ва арх. и строит. Респ. Беларусь, 2007.
2. Здания холодильников. Строительные нормы проектирования. ТКП 45-3.02-151–2009. — Минск: Мин-ва арх. и строит. Респ. Беларусь, 2009.



**КОНВЕК**

Создаём  
времена года

Разработка, проектирование и изготовление  
в промышленных объемах медно-алюминиевого  
теплообменного оборудования для систем кондиционирования,  
вентиляции, отопления, промышленного и коммерческого холода.

Псковская обл., г. Великие Луки, ул. Корниенко, д.6.

Телефон + 7 81153 7 44 55

Факс + 7 81153 7 49 39

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

[конвек.рф](mailto:конвек.рф)

[info@convek.ru](mailto:info@convek.ru)

# Вентиляция в помещениях малых объемов

В этой статье предложена принципиальная схема системы индивидуальной вентиляции для помещений малых объемов. В качестве генератора холода/тепла используется вихревая труба. Предложенная система позволяет повысить качество вдыхаемого оператором воздуха, уменьшая тем самым вредные воздействия на организм человека.

**Введение**

Высокие уровни заболеваемости и смертности трудоспособного населения являются одной из наиболее острых современных проблем здравоохранения Российской Федерации. Смертность трудоспособного населения Российской Федерации превышает аналогичный показатель по Европейскому Союзу в 4,5 раза; его потери, согласно научным прогнозам, могут составить в ближайшее десятилетие более 10 млн человек [1]. Поэтому снижение уровня вредных воздействий на организм человека является актуальной задачей.

Вентилируемые помещения малого объема (например, кабины операторов пультов управления оборудованием) находят широкое распространение в производственных зданиях различного назначения, особенно в цехах с напряженным тепловым режимом. Однако данные помещения часто не отвечают требованиям по обеспечению нормируемых параметров микроклимата на рабочем месте, что делает условия труда операторов напряженными.

Обеспечение требуемых метеорологических условий является комплексной задачей, решение которой невозможно без повышения герметичности помещения и улучшения теплозащитных свойств ограждений.

Кроме того, последние исследования, например, П.О. Фангера [2, 3] показали, что при подаче приточного воздуха

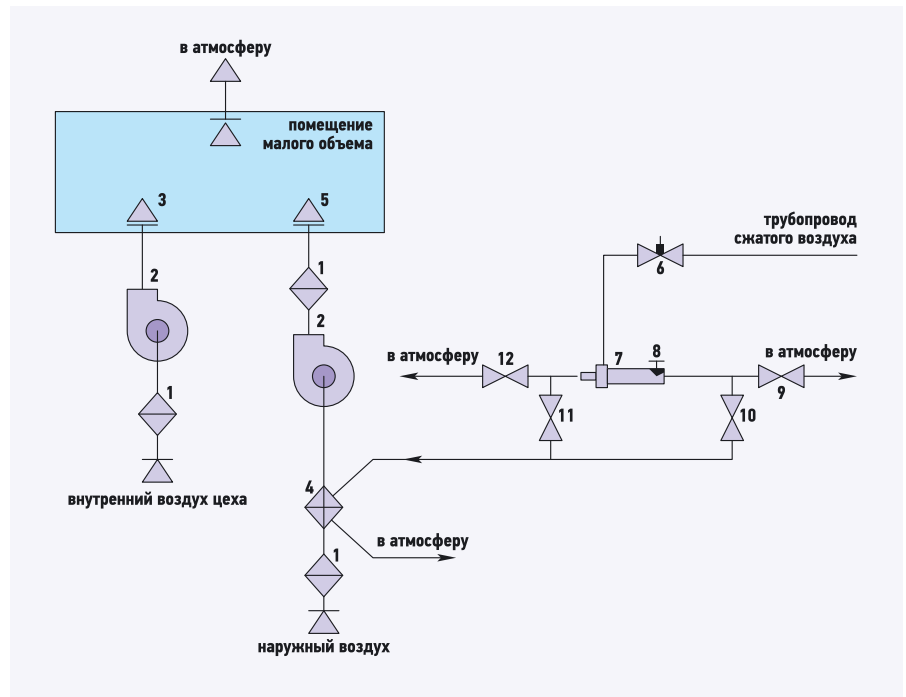
**Высокие уровни заболеваемости и смертности трудоспособного населения являются одной из наиболее острых современных проблем здравоохранения Российской Федерации**

улучшенных кондиций (охлажденного, осушенного и очищенного) непосредственно в зону дыхания конкретного человека (принцип индивидуальной вентиляции) можно повысить не только качество вдыхаемого воздуха, но и уменьшить расход обрабатываемого приточного воздуха, что снижает стоимость климатической установки.

**Предмет исследования и результаты**

Задачей исследования явились разработка принципиальной схемы системы индивидуальной вентиляции в вентилируемых помещениях малых объемов и обоснование возможности использования вихревой трубы (ВТ) в этой системе. Для решения поставленной задачи выполнен анализ известных работ по исследованию качества внутреннего воздуха и проведены экспериментальные исследования ВТ.

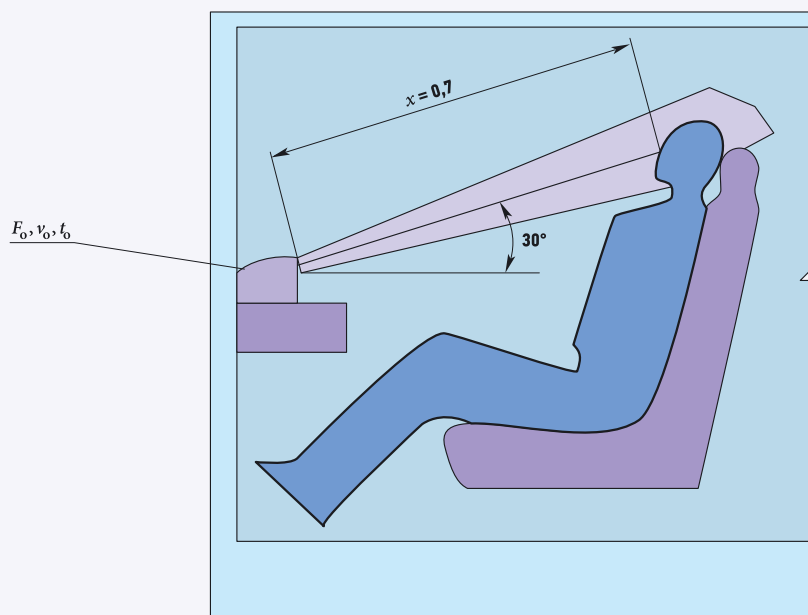
В качестве генератора холода для системы индивидуальной вентиляции возможно применение ВТ. Для работы ВТ требуется сжатый воздух. На промышленных предприятиях всегда предусмотрена система сжатого воздуха для тех-



⊕ Рис. 1. Принципиальная схема вентиляции помещения малого объема (1 — фильтр воздушный; 2 — вентилятор радиальный; 3, 5 — воздухораспределитель; 4 — теплообменник; 6 — клапан регулирующий; 7 — ВТ; 8 — дроссельный вентиль; 9, 10, 11, 12 — запорные устройства)

Авторы: Л.М. ДЫСКИН, профессор, д.т.н.; Т.А. ГОЛОВАНОВА, инженер, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ)





❖ **Рис. 2.** Схема воздухораспределения душирующей струей воздуха  
 ❖ **Работа запорных устройств**

табл. 1

Период года	Запорные устройства			
	9	10	11	12
Теплый	открыто-закрыто-открыто-закрыто			
Холодный	закрыто-открыто-закрыто-открыто			

нологических нужд. Отбор небольшого количества сжатого воздуха для ВТ всегда возможен.

Принципиальная схема системы вентиляции помещения малого объема показана на рис. 1. Приточная вентиляция решена с помощью общеобменной системы и системы индивидуальной вентиляции, подающей воздух улучшенных кондиций непосредственно в зону дыхания оператора. Остановимся на последней подробнее.

Сжатый воздух поступает в ВТ 7, где разделяется на охлажденный и нагретый потоки. Охлажденный поток поступает в воздуховоздушный теплообменник 4, а нагретый поток в атмосферу. Дроссельный вентиль 8 служит для регулирования величины относительного расхода охлажденного потока. Давление сжатого воздуха перед вихревой трубой регулируется клапаном 6. Очищенный в фильтре 1 и охлажденный в воздуховоздушный теплообменнике 4 наружный воздух с помощью вентилятора 2 подается воздухораспределителем 5 в помещение. Воздухораспределитель сосредоточенной подачи воздуха 5 расположен на панели управления и направляет струю приточного охлажденного воздуха в зону дыхания оператора.

Предложенная схема позволяет использовать ВТ также в качестве теплового насоса. В холодный период года с помощью переключения запорных устройств 9, 10, 11, 12 (табл. 1) нагретый в ВТ воздух поступает в теплообменник 4 и нагревает наружный воздух, который поступает через воздухораспределитель 5 в помещение.

### На промышленных предприятиях всегда предусмотрена система сжатого воздуха для технологических нужд

Регулирование тепло- и холодопроизводительности предлагаемой системы осуществляется с помощью регулирования работы ВТ [4].

Схема рассмотрена для ВТ диаметром  $D = 16$  мм, длиной  $L = 10D = 160$  мм с развихрителями нагретого и охлажденного потоков, диаметр отверстия диафрагмы  $d = 8$  мм. Экспериментальные исследования ВТ приведены в материале [5]. Полный расход сжатого воздуха через ВТ  $M1 = 24$  м<sup>3</sup>/ч при степени его расширения  $n = 2$ , температура на входе в ВТ  $t_1 = 25^\circ\text{C}$ . Режим работы ВТ при  $n = 0,65$

(режим максимальной холодопроизводительности). Воздухоохладитель 4 выполнен в виде теплообменника типа «труба в трубе». По внутренней трубе (труба наружного воздуха  $t_{\text{нар}} = 22,4^\circ\text{C}$  (параметры А). Расход ДКРНП  $24 \times 1$  М1р ГОСТ 21646–2003) протекает охлажденный поток из ВТ, а по наружной — обрабатываемый приточный воздух (труба ДКРНП  $35 \times 1,5$ , расход равен  $0,65 \times 24 = 15,6$  м<sup>3</sup>/ч). Расход обрабатываемого приточного М1р ГОСТ 21646–2003 воздуха в воздухоохладителе 4 составляет величину 18,5 м<sup>3</sup>/ч. Площадь теплообменной поверхности составляет 0,116 м<sup>2</sup>.

Воздухораспределение предусмотрено душирующей струей воздуха, чтобы на своем пути она по возможности минимально подмешивала нагретый и загрязненный воздух (рис. 2).

Воздух подавался снизу вверх под углом  $30^\circ$ . Поскольку в качестве генератора холода используется ВТ, то при расчете воздухораспределителя рассматривался вариант неадиабатного охлаждения воздуха. Исходя из решения прямой задачи воздушного душирования, расчетная площадь воздухораспределителя составила  $F_0 = 0,0484$  м<sup>2</sup>, что позволяет установить его на панели управления.

Для данного рассмотренного случая голова оператора располагается на начальных по температуре и скорости участках струи.

### Выводы

Разработана принципиальная схема системы индивидуальной вентиляции с ВТ помещений малых объемов. Применение системы позволит улучшить параметры вдыхаемого воздуха и снизить вредные воздействия на организм оператора. Простота конструкции ВТ и возможность использования заводской пневмосети в качестве источника энергии делает заманчивым применение ВТ в качестве генератора тепла и холода предложенной системы. ●

- Егорова А.М. Оценка качества воздушной среды и состояние здоровья рабочих металлургической промышленности // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды. Сб. мат. VII-й Межд. науч. конф. — Волгоград: ВолГАСУ, 2009.
- Фангер П.О. (Fanger, P. Ole.) Качество внутреннего воздуха в XXI веке: в поисках совершенства // АВОК, №2/2000.
- Фангер П.О. (Fanger, P. Ole.) Качество внутреннего воздуха в XXI веке: влияние на комфорт, производительность и здоровье людей // АВОК, №4/2003.
- Дыскин Л.М., Голованова Т.А. Регулирование вихревых труб // Известия ВУЗов. Строительство, №7/2008.
- Дыскин Л.М., Голованова Т.А. Экспериментальные характеристики вихревой трубы // Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции. Мат. II-й Межд. науч.-техн. конф. — М.: МГСУ, 2007.



## Определение параметров охладительного периода

В последнее время, в связи с повышением требований к комфортности внутреннего микроклимата общественных зданий, особенно в теплый период года, в сочетании с усиливающимся дефицитом энергоресурсов, растет потребность в возможно более точной оценке потребления энергии на обработку наружного воздуха в течение охладительного периода.

Особую актуальность вопрос предварительного расчета энергопотребления приобретает в настоящее время в связи с принятием Закона РФ «Об энергосбережении...» № 261-ФЗ [1], а также с учетом развивающегося сейчас глобального потепления. В то же время имеющиеся в нормативных и справочных документах данные по параметрам наружного климата требуют достаточно сложных вычислений для достижения необходимой точности, что неприемлемо в практике массового проектирования с учетом ограниченных сроков работ.

В ходе решения этой проблемы ранее уже проводились определенные исследования. Так, в публикациях [2, 3] были приведены результаты обработки первичной климатической информации и получена модель климата, предназначенная для анализа режимов работы систем кондиционирования воздуха, работающих в различное время суток. Однако на основе этой модели можно достаточно детально анализировать энергопотребление, но очень затруднительно получить более точные параметры наружного воздуха с заданной обеспеченностью для инженерных расчетов.

Поэтому представляется целесообразным дальнейшее изучение данного вопроса и решение следующих первоочередных задач: исследование вероятностно-статистических закономерностей соотношения параметров наружного климата в различных районах РФ; вычисление расчетного показателя для оценки затрат холода на обработку притока в теплый период года — градусо-суток охладительного периода  $D_a^x$  — для различных районов строительства в пределах РФ; анализ полученных результатов для установления вероятностно-статистической связи значений  $D_a^x$  с другими климатическими факторами.

Для исследования закономерностей соотношения климатических параметров для нескольких городов РФ были построены климатические кривые, соединяющие точки на  $i-d$ -диаграмме с наиболее

вероятным сочетанием температуры наружного воздуха  $t_n$  [°C], и его относительной влажности  $\varphi_n$  [%] [4]. Для каждого района такая кривая проходит от точки, изображающей параметры «Б» для холодного периода года, до точки с параметрами «Б» в теплый период по данным [5]. Значения  $t_n$ ,  $\varphi_n$  и повторяемости их сочетаний здесь были взяты из [6]. Первоначально по этим сведениям строилась соответствующая диаграмма  $t_n-\varphi_n$  [4], после чего на нее наносилась климатическая кривая. Пример такой диаграммы для климатических условий города Москвы показан на рис. 1. Затем кривая переносилась уже на  $i-d$ -диаграмму для дальнейших построений. Аналогичным образом эта задача была решена и для других населенных пунктов (Екатеринбург, Ростов-на-Дону, Самара, Санкт-Петербург, Томск).

### Были построены климатические кривые, соединяющие точки на $i-d$ -диаграмме с наиболее вероятным сочетанием величин температуры и относительной влажности

Далее на  $i-d$ -диаграмме для этих же шести городов с учетом их климатических особенностей были изображены процессы обработки воздуха при его кондиционировании. Так как в теплый период в общем случае может потребоваться охлаждение с осушкой, для расчета затрат холода необходимы данные не только по температуре, но и по энтальпии наружного воздуха. Именно для этого мы и переносим нашу климатическую кривую на  $i-d$ -диаграмму с уже построенными на ней процессами обработки притока. На рис. 2 показано изменение процесса обработки воздуха в течение охладительного периода, то есть периода, когда текущая наружная температура превышает необходимую температуру притока, то есть  $t_{ni} > t'_n$ .

Авторы: О.Д. САМАРИН, к.т.н., доцент;  
 Е.Г. МАТВЕЕВА, инженер, магистрант  
 ФГБОУ ВПО «МГСУ»

Здесь точки  $H_i$  соответствуют текущему состоянию наружного воздуха. Они располагаются вдоль климатической кривой и, таким образом, с изменением  $t_{ni}$  меняется и их влагосодержание. Линия П-В-У изображает процесс изменения состояния воздуха в кондиционируемом помещении в расчетном летнем режиме, то есть когда точка Н совпадает с НБ. Точка состояния внутреннего воздуха В при этом фиксируется, исходя из оптимального сочетания температуры  $t_b = +24^\circ\text{C}$  (средняя из оптимальных в теплый период по [7]) и относительной влажности  $\phi_b = 60\%$  (максимальная из оптимальных по [7] из условия минимизации затрат холода). Тогда требуемое состояние притока П получается по построению процесса изменения состояния воздуха в кондиционируемом помещении, исходя из соотношения тепло- и влагоизбытков, определяюще-

**На  $i-d$ -диаграмме для этих же шести городов с учетом их климатических особенностей были изображены процессы обработки воздуха при его кондиционировании**

го угловой коэффициент  $\epsilon_{\text{пом}}$  [кДж/кг] луча процесса П-В-У. В промежуточных режимах, пока влагосодержание  $H_i$  больше, чем исходное в точке П (на рис. 2 — для  $i$  от 1 до 4), охлаждение будет осуществляться с осушкой, а точка П будет фиксированной. Когда же текущее влагосодержание  $H_i$  становится меньше исходного в точке П (на рис. 2 для  $i = 5$  и 6), охлаждение становится «сухим», а фактическое положение точки П смещается вдоль линии  $t_{\text{п}} = \text{const}$  влево вслед за  $H_i$ . Следует только иметь ввиду, что для учета последующего подогрева в вентиля-

торе реальный процесс охлаждения должен продолжаться за точку П до линии  $t'_{\text{п}} = \text{const}$ , где  $t'_{\text{п}} = t_{\text{п}} - (0,5 \dots 1^\circ)$ .

Дальнейшие расчеты проводились в следующем порядке. Годовой расход холода  $Q_{\text{х.год}}$  [МДж/г] можно представить в виде выражения [4]:

$$Q_{\text{х.год}} = G_{\text{п}} c_{\text{в}} \times 10^{-3} \sum z_i (t_{ni} - t'_{\text{п}}), \quad (1)$$

где  $G_{\text{п}}$  — расход приточного воздуха, кг/ч;  $c_{\text{в}} = 1,005$  кДж/(кг·К) — удельная теплоемкость воздуха;  $z_i$  — число часов состояния наружной температуры в интервале от  $t_{ni}$  до  $(t_{ni} + 1)$ , определяемое по климатическим данным [6];  $t_{ni}$  — текущая температура наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ ;  $t'_{\text{п}}$  — требуемая температура охлажденного воздуха перед вентилятором,  $^\circ\text{C}$ .

С другой стороны, можно записать следующую формулу:

$$Q_{\text{х.год}} = z_{\text{р}} G_{\text{п}} c_{\text{в}} D_{\text{д}}^{\text{х}} \times 10^{-3}, \quad (2)$$

где  $z_{\text{р}}$  — число часов в сутки, когда вентиляционное оборудование работает, в среднем за неделю;  $D_{\text{д}}^{\text{х}}$  — градусо-сутки охладительного периода, К·сут.

Теперь приравняем уравнения (1) и (2) и выражаем величину  $D_{\text{д}}^{\text{х}}$ , откуда получаем следующее:

$$D_{\text{д}}^{\text{х}} = \frac{\sum z_i (t_{ni} - t'_{\text{п}})}{z_{\text{р}}}. \quad (3)$$

Аналогичным образом при расчете по полной теплоте находим:

$$D_{\text{д}}^{\text{х}} = \frac{\sum z_i (I_{ni} - I'_{\text{п}})}{c_{\text{в}} z_{\text{р}}}. \quad (3a)$$

где  $I_{ni}$ ,  $I'_{\text{п}}$  — величины текущих энтальпий наружного и охлажденного воздуха, соответственно.

Заметим при этом, что, хотя в [6] приведены данные, основанные на круглосуточных наблюдениях температуры, все же для охладительного периода, в отличие от отопительного, корректировку этих значений для рабочего времени проводить не нужно, так как практически во всех случаях условие  $t_{ni} > t'_{\text{п}}$  выполняется только в течение  $z_{\text{р}}$ .

Неоднозначность в продолжительности рабочего времени можно устранить тем, что следует всегда принимать одну и ту же величину  $z_{\text{р}}$ , например, 24 часа, как это фактически было сделано в расчетах. Дело в том, что в соответствии с формулой (2) основной физический смысл имеет произведение  $D_{\text{д}}^{\text{х}}$  и  $z_{\text{р}}$ , поэтому для правильной оценки суммарных затрат холода достаточно всякий раз использовать то же самое значение  $z'_{\text{р}}$ , к которому был отнесен параметр  $D_{\text{д}}^{\text{х}}$ . Это связано именно с тем обстоятельством, что необходимость охлаждения

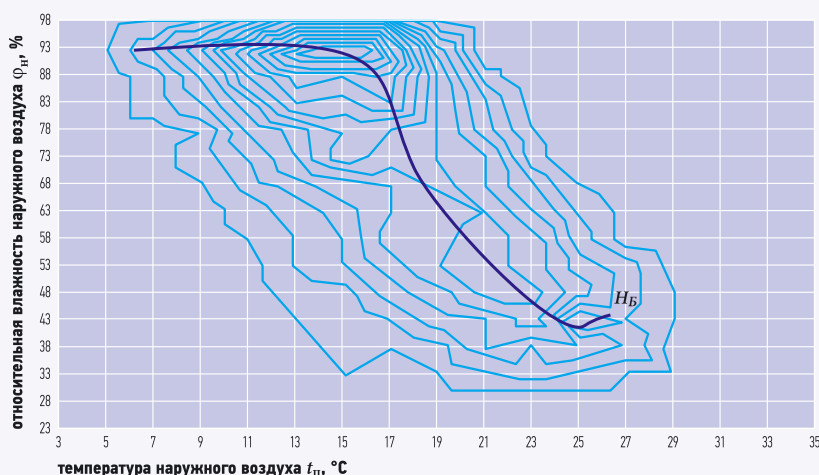


Рис. 1. Диаграмма  $t_n$ - $\phi_n$  и климатическая кривая для города Москвы в теплый период года (НБ — состояние наружного воздуха, соответствующее параметрам «Б» по данным [5])

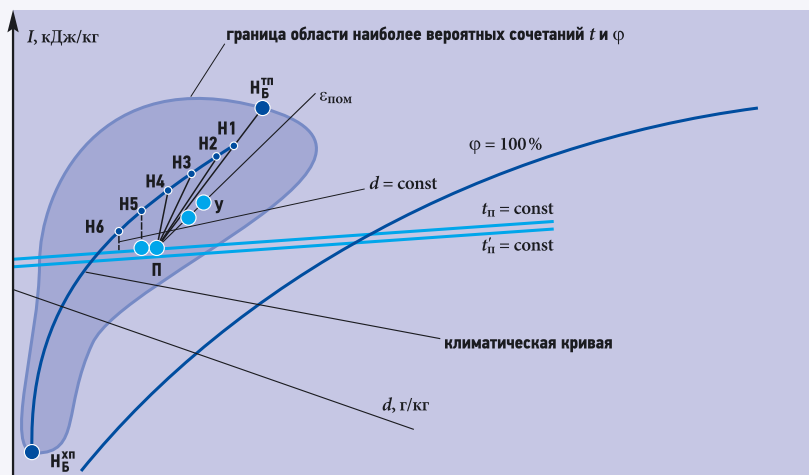


Рис. 2. Процессы охлаждения наружного воздуха в теплый период на  $i-d$ -диаграмме

**Так как в теплый период может потребоваться охлаждение с осушкой, для расчета затрат холода необходимы данные не только по температуре, но и по энтальпии наружного воздуха**

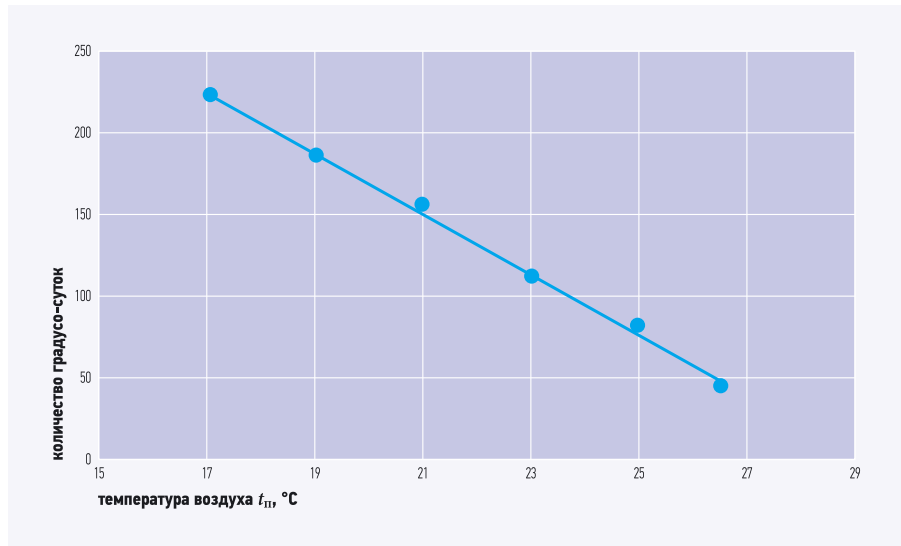
притока имеет место практически только в рабочее время, из-за чего добавление ночных периодов на общий расход холода не влияет.

Далее с использованием выражений (3) и (3а) и построенных климатических кривых были проведены расчеты по определению  $D_d^x$  для перечисленных городов России. Для ускорения и упрощения вычислений, связанных с обработкой большого массива данных, была разработана программа для ЭВМ на алгоритмическом языке Fortran. По результатам расчетов были построены зависимости значений  $D_d^x$  от принятой величины  $t'_{п}$  для каждого рассмотренного города. Пример такой зависимости для Москвы приведен на рис. 3. Легко увидеть, что обнаруживаемая регрессия близка к линейной, причем аналогичный вид она имеет и для других городов. Для Москвы ее можно описать простейшей формулой  $D_d^x = 18(29 - t'_{п})$ .

Коэффициент корреляции  $r$  при этом достигает 0,999, поэтому данная аппроксимация очень хорошо описывает реальную связь  $D_d^x$  и  $t'_{п}$ . В общем виде соответствующее уравнение регрессии будет иметь вид:

$$D_d^x = A(t_{\max} - t'_{п}). \quad (4)$$

По своему физическому смыслу  $t_{\max}$  представляет собой максимальный уровень  $t'_{п}$ , при котором не требуется специального охлаждения притока, поскольку



•• Рис. 3. Корреляционная зависимость  $D_d^x$  от  $t'_{п}$  для города Москвы

ку текущие значения  $t_{hi}$  практически всегда будут ниже, чем  $t'_{п}$ , с обеспеченностью, близкой к 1. Тогда охлаждающий период как таковой уже отсутствует. Что же касается параметра  $A$ , сопоставление формулы (4) с определением обычной величины градусо-суток отопительного периода  $D_d$  показывает, что формально  $A$  соответствует продолжительности охлаждающего периода  $z_{охл}$  [сут.]. Заметим, что рис. 3 свидетельствует о практическом отсутствии влияния  $t'_{п}$  на  $A$ . По-видимому, это связано с тем же обстоятельством, а именно что необходимость охлаждения притока имеет место в основном в рабочее время, вследствие чего от  $t'_{п}$  будет зависеть исключительно текущая разность температур ( $t_{hi} - t'_{п}$ ).

Путем обработки данных для всех исследованных населенных пунктов для коэффициентов  $A$  и  $t_{\max}$  можно получить следующие зависимости, представленные на рис. 4. В качестве основного параметра при этом была принята температура наружного воздуха по параметрам «Б» ( $t_{нБ}$ ) в теплый период по данным [5].

Нетрудно убедиться, что уравнение регрессии для коэффициента  $A$ :

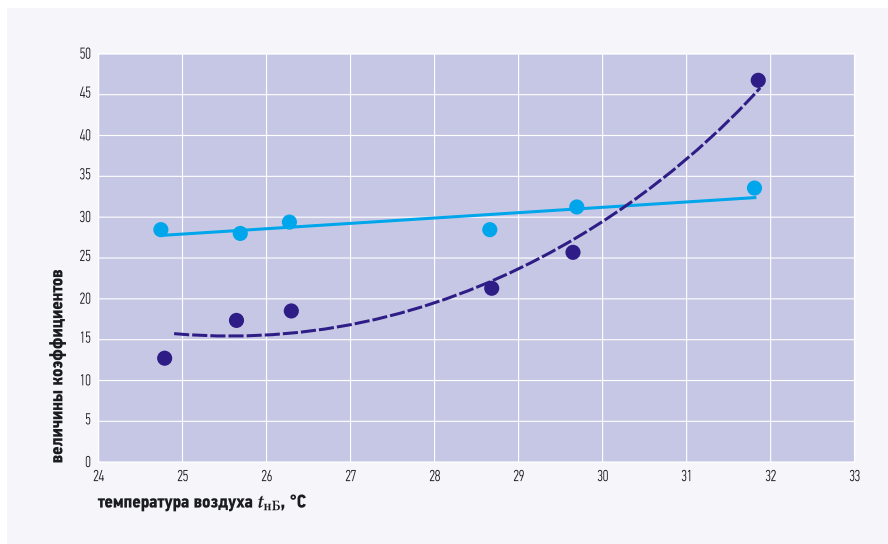
$$A = 0,75t_{нБ}^2 - 38,2t_{нБ} + 502. \quad (5)$$

Коэффициент корреляции здесь равен 0,98, поэтому данная аппроксимация тоже является практически достоверной. Уравнение для  $t_{\max}$  имеет вид:

$$t_{\max} = 0,53t_{нБ} + 15,1. \quad (6)$$

В данном случае коэффициент корреляции несколько ниже и составляет примерно 0,9, но это все же достаточно большая величина, поэтому формула (6) также является достаточно удачным приближением реального соотношения между  $t_{\max}$  и  $t_{нБ}$ .

Таким образом, мы получили методику вычисления основной характеристики охлаждающего периода — его градусо-суток  $D_d^x$  — и способ ее использования для оценки затрат холода на обработку приточного воздуха в системах его кондиционирования в теплый период года. Методика имеет простой и инженерный вид и может быть реализована в практике массового проектирования. ●



•• Рис. 4. Корреляционная зависимость коэффициентов  $A$  и  $t_{\max}$  от величины  $t_{нБ}$

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23.11.2009 №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Малявина Е.Г., Крючкова О.Ю. Методика оценки энергозатрат и расхода воды для поддержания микроклимата помещений на различном уровне и для выявления наиболее энергоэкономичного способа обработки воздуха в центральном кондиционере // Фасадные системы, №2/2010.
3. Малявина Е.Г., Крючкова О.Ю. Вероятностно-статистическая климатическая модель для расчетов энергопотребления системами кондиционирования воздуха // Вестник МГСУ, №3/2011, Т. 1.
4. Кувшинов Ю.Я., Самарин О.Д. Основы обеспечения микроклимата зданий. — М.: Изд-во «АСВ», 2012.
5. СНиП 23-01-99\*. Строительная климатология. — М.: ГУП ЦПП, 2004.
6. Строительная климатология: Справ. пос. к СНиП 23-01-99\* / Под ред. В.К. Савина. — М.: НИИСФ, 2006.
7. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. — М.: ГУП ЦПП, 1999.





Фото компании «БРК» (Интернет-ресурс vki.ru)

Такая технология не так давно известна в России и уж долгое время находит применение в странах Европы и США. Для пассивного дома энергопотребление составляет около 10% от удельной энергии на единицу объема, потребляемой большинством современных зданий. Незначительное отопление требуется лишь в период отрицательной температуры. В идеале «пассивный дом» является независимой энергосистемой, вообще не требующей расходов на поддержание комфортной температуры воздуха и воды [15]. Основным принципом проектирования энергоэффективного дома является использование всех возможностей сохранения теплоты. В частности, в таких зданиях предусмотрена увеличенная толщина теплоизоляции. В Швеции по стандартам для «пассивного дома» толщина изоляционного материала в стене должна быть не менее 335 мм, а в крыше — 500 мм [12]. Однако решение применения толстой теплоизоляции для резкого сокращения потерь теплоты вызывает сомнение в его экономической обоснованности. Рассмотрим это на примере систем навесных вентилируемых фасадов (НВФ).

Строительство вентилируемых фасадов — это простой и одновременно надежный вариант для снижения энергопотерь дома и повышения его энергоэффективности [9]. Они позволяют легко и просто реконструировать уже эксплуатируемое здание и повысить сопротивление теплопередаче его ограждающих конструкций. Они также соответствуют недавно принятым тепловым требованиям и могут применяться для строи-

тельства зданий, улучшают внешний вид здания, звукоизоляцию, влажностный режим ограждающих стен, сопротивляемость атмосферным воздействиям и др. [13]. Стоимость подконструкции НВФ напрямую зависит от толщины теплоизоляции [5]. Чем больше толщина утеплителя, тем больше должен быть вынос (расстояние от стены до облицовки). Подконструкция становится более массивной, для нее требуется большее количество элементов. Возникает необходимость использования более длинных кронштейнов, удлинителей, увеличивается количество заклепок, шайб и прочее [7]. Увеличение толщины теплоизолирующего слоя таких систем по-

**Основным принципом проектирования энергоэффективного дома является использование всех возможностей сохранения теплоты. В частности, в таких зданиях предусмотрена увеличенная толщина теплоизоляции**

••• Результаты теплотехнического расчета

табл. 1

№	Наименование	Показатель
1	Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , °C·сут.	4196
2	Требуемое сопротивление теплопередаче $R_{треб}$ , (м <sup>2</sup> ·°C)/Вт	3,08
3	Термическое сопротивление ограждающей конструкции $R_k^*$ , (м <sup>2</sup> ·°C)/Вт	2,526–6,304
4	Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции $R_0^*$ , (м <sup>2</sup> ·°C)/Вт	2,684–6,462
5	Потери теплоты* $P$ , Вт/м <sup>2</sup>	8–11
6	Минимальная величина сопротивления теплопередаче $R_{min}$ , (м <sup>2</sup> ·°C)/Вт	1,94

\* Для каждой толщины утеплителя от 80 до 250 мм.

сравнению с требуемой толщиной по теплотехническому расчету экономически нецелесообразно. Вентилируемые фасады для экономии таким способом не подходят. Чтобы убедиться в этом, проведем следующий анализ.

Проведем теплотехнический расчет, методика которого базируется на требованиях СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», а также на рекомендациях для систем НВФ [3]. Для расчета в качестве несущей подконструкции фасада принимается решение компании «Юкон Инжиниринг» АТS 234а с видимым методом крепления облицовки. Конструкция внешней стены с различной толщиной теплоизолирующего слоя [10] следующая: кирпичная кладка (250 мм); утеплитель «Rockwool Венти Баттс Д» (80–250 мм); воздушная прослойка (60 мм); плитки керамогранита 600×600 мм (10 мм толщиной).

Полученные по теплотехническому расчету результаты сводим в табл. 1. Далее делаем расчет затрат на отопление. Для этого находим потери теплоты за 10 лет по формуле [11]:

$$Q_{n-(n-1)} = \sum_{n-1}^n P(t)dt,$$

где  $P$  — теплопотери, Вт;  $n$  — срок (10 лет);  $Q$  — теплопотери за определенный срок (10 лет). При этом изменение теплопотерь со временем имеет следующую зависимость (рис. 1) [11]:

$$P = 13 + 1,7\sqrt{t^x}.$$

Зависимость была определена на временной срок в 50 лет, что соответствует безремонтному сроку эксплуатации систем навесных вентилируемых фасадов [1]. Далее, учитывая изменения тарифа, определяем затраты на электроэнергию (отопление принимаем электрическое) за 10 лет [11]:

$$S_n = [1,13(n^{3/2} - [n - 1]^{3/2}) + 13] \times (0,32n + 1,62).$$

Стоимость за электроэнергию за любой год  $S_n$  определяется как произведение тарифа  $c_n$  на электроэнергию  $J_n$ , израсходованную за  $n$ -й год.

Фото ГК «Альтернатива» (Интернет-ресурс <http://alt-st.ru>)



Далее рассчитываем стоимость подконструкции системы НВФ для каждой толщины утеплителя прибавляем к ней затраты на теплоизоляцию и строим график зависимости стоимости подконструкции + утеплитель и затрат на электроэнергию, выраженную в рублях, от толщины утеплителя.

Толщина утеплителя, равная 120 мм — это оптимальная толщина утеплителя в рассматриваемой системе, при описанной выше конструкции внешней стены [16]. Сопротивление теплопередаче стены с такой толщиной теплоизоляции соответствует требованиям нормативных документов. Соответственно, если увеличивается толщина теплоизоляции, повышается сопротивление теп-

лопередаче, снижаются затраты на отопление и повышается стоимость подконструкции и утеплителя. И, как можно увидеть на практике, в результате на подконструкцию и теплоизоляцию мы потратим больше, чем экономим на электроэнергии за 10 лет.

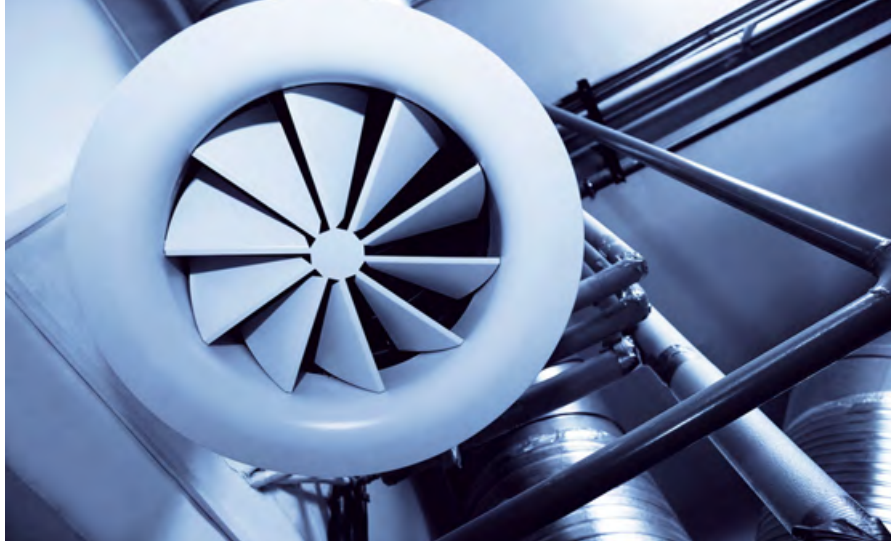
Для решения вопроса энергоэффективности необходим комплексный подход. Экономия за счет только лишь увеличения сопротивления теплопередаче бессмысленна. Важно заранее просчитать окупаемость энергосберегающих мероприятий, предусмотреть все возможные затраты, найти новые решения, пути. Одним из возможных решений, при применении навесных вентилируемых фасадов, может стать разработка и внедрение

новых энергосберегающих технологий для этих систем. Примером реализации такой разработки может выступить навесной вентилируемый энергосберегающий фасад с применением технологии солнечных батарей (разработка компании «Юкон Инжиниринг», 2007 год) и активные фасадные системы. ●

1. Аняньев А.А., Гохберг Ю.Ц. Пути повышения срока безремонтной службы наружных стен жилых зданий, облицованных кирпичом // Промышленное и гражданское строительство, №1/2011.
2. Бердюгин И.А. Теплоизоляционные материалы в строительстве. Каменная вата или стекловолокно: сравнительный анализ / И.А. Бердюгин // Инженерно-строительный журнал, №1/2010.
3. Бутовский И.Н. Особенности теплотехнического расчета теплозащиты и энергопотребления современных жилых и общественных зданий при оценке их энергоэффективности / И.Н. Бутовский // Архитектура и строительство, №5/2009.
4. Гагарин В.Г. Теплофизические свойства современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий / В.Г. Гагарин // Сб. трудов II-й Всерос. науч.-техн. конф. «Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий» 10–11.12.2009. — СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2009.
5. Гликин С.М., Кодыш Э.Н. Навесные фасадные системы с эффективной теплоизоляцией и вентилируемым воздушным зазором // Промышленное и гражданское строительство, №9/2008.
6. Горшков А.С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления зданий / А.С. Горшков // Инженерно-строительный журнал, №1/2010.
7. Горшков А.С. Конструктивное исполнение вентилируемого фасада повышенной надежности / А.С. Горшков, Д.Ю. Попов, А.В. Глузов // Инженерно-строительный журнал, №8(18)/2010.
8. Князько М.В. К вопросу о долговечности и энергоэффективности современных ограждающих стеновых конструкций жилых, административных и производственных зданий / М.В. Князько, М.Н. Ефименко, А.С. Горшков // Инженерно-строительный журнал, №2/2008.
9. Малоедов С.Д., Выгузов В.Н. Вентилируемые фасады — эффективное решение проблемы энергосбережения // Строительные материалы, №5/2001.
10. Мехнецов И.А. Критерии выбора утеплителей для навесных вентилируемых фасадов // Промышленное и гражданское строительство, №7/2006.
11. Сапегина Е.А. Энергоэффективность системы навесного фасада с воздушным вентилируемым зазором / ГОУ СПбГПУ, кафедра «Технология, организация и экономика строительства», дисс. магистра техники и технологии, 17.06.2009.
12. Смирнова Т. Требования к теплоизоляции в конструкции вентилируемой фасадной системы / Т. Смирнова // Архитектура и строительство, №5/2009.
13. Стародубцев В.Г., Поветкин С.В. Обеспечение эксплуатационных свойств ограждающих конструкций // Промышленное и гражданское строительство, №5/2009.
14. Ступаков А.А. Обследование и мониторинг вентилируемого фасада с облицовкой плитами из натурального гранита / А.А. Ступаков // Архитектура и строительство, №5/2009.
15. Тазеева Е.Т., Горшков А.С. Расчет энергоэффективных зданий // Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий. Сб. трудов Всерос. науч.-техн. конф. — СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2011.
16. Умнякова Н.П. Элементы навесных вентилируемых фасадов, определяющие их теплозащитные качества // Архитектура и строительство, №5/2009.
17. Ширококордюк В.К. Влияние волокнистой структуры на прочность и теплопроводность минераловатных теплоизоляторов // Труды КГАУ, №12/2008.

[www.worldwallpaperfree.com](http://www.worldwallpaperfree.com)





# Обобщенная матмодель стационарного нелинейного переноса

В этой статье предлагается обобщенная математическая модель (ММ) нелинейного стационарного процесса молекулярного переноса тепла (или влаги) через многослойные ограждающие конструкции (ОК) с учетом фильтрации воздуха, конденсации или испарения парообразной влаги и источников теплоты (ИТ).

## Введение

Процессы тепло- и массопереноса, фильтрации парогазовых смесей и жидкостей через капилляры твердых ОК весьма сложны и тесно взаимосвязаны. Кроме того, в зависимости от периода года эти процессы сопровождаются такими физическими явлениями, как испарительное охлаждение или конденсационный нагрев. Осуществление же плотного наружного слоя ОК помещений возможно не во всех случаях, так как такое конструктивное решение может ухудшить влажностное состояние ограждения из-за трудностей воздухопроницаемости в ОК, а следовательно, и ее просушки в летний период года, см. работы [1–5].

Современные многослойные энергосберегающие ОК (под которыми в широком смысле могут подразумеваться также тепловые или инженерные сети, емкости и резервуары для подогрева, охлаждения или хранения каких-либо жидкостей или газов и т.п.) в основном состоят из капиллярно-пористых твердых материалов, которые находят все большее применение не только в строительстве, но и во многих других отраслях промышленности (высокотемпературные теплообменники; тепловые, электрические и инженерные сети; турбинные лопатки; ракетные сопла; обшивка скоростных летающих аппаратов; обмуровка тепло- и электрогенерирующих установок, системы ядерных реакторов с внутренним охлаждением и т.д.), где различные элементы оборудования подвержены достаточно высоким термическим напряжениям, возникающим в результате больших градиентов температуры  $\forall t$  [6–10].

## Основная часть

Перенос тепловой энергии в ОК происходит через твердый скелет материала, жидкую и парообразную влагу, которые содержатся в капиллярно-пористых телах. Уравнение стационарного нелинейного переноса с учетом фильтрации (газа, парогазовой смеси, жидкости) и наличия

внутренних объемных стоков (влаго) или ИТ при общепринятых допущениях [1–5] в одномерном случае применительно к каноническим формам в соответствующих системах координат в общем случае может быть записано в виде обыкновенного дифференциального неоднородного уравнения второго порядка [11–12]:

$$[\lambda(t)t']' + \frac{\Gamma-1}{r}[\lambda(t)t'] + \text{sgn}[G]G(t)c_p(t)t' + \text{sgn}[I]I(t) = 0, \quad (1)$$

где  $t(r)$  — температура;  $r$  — текущая координата,  $r \in [0, h]$ , здесь  $h$  — толщина многослойной ОК;  $\lambda$  — коэффициент теплопроводности ОК (возможно с учетом ее объемной пористости  $\Pi$ );  $\Gamma$  — постоянная формы ( $\Gamma = 1, 2$  и  $3$  — это неограниченные пластина, цилиндр или квадратный брусок, шар или куб, соответственно);  $c_p$  — изобарная теплоемкость паровоздушной смеси;  $G$  — плотность потока паровоздушной смеси, здесь «+» означает процесс эксфильтрации, а «-» — инфильтрации паровоздушной смеси;  $I(t)$  — мощность внутреннего ИТ (+) или стока (-); «'» (верхний штрих) — дифференцирование по  $r$ ;  $\text{sgn}[\cdot]$  — (сигнум) функция «знак».

Если  $I = \text{const}$ , то в рассматриваемой области термических сопротивлений действует непрерывно равномерно распределенный положительный или отрицательный ИТ. Если  $I(t) \neq \text{const}$ , то в этой области действуют местные, сосредоточенные или распределенные положительные или отрицательные ИТ.

При обобщенном физическом описании процессов охлаждения ОК (возможно и испарительного) или нагрева (возможно и конденсационного) аналогично уравнению (1) могут быть составлены тепловые балансы как для области  $r \in [-\infty, 0]$ , так и для области  $r \in [h, +\infty]$ , которые приводят к новым дифференциальным уравнениям набегающего к ОК и отходящего от ОК потоков газа (или жидкости) с соответствующими для новых закрытых интервалов  $r$



граничными условиями. В этом случае к дифференциальному уравнению (1) добавляются в зависимости от условий задачи еще один или два дифференциальных уравнения второго порядка и соответственно два или четыре граничных условия. Таким образом, обобщенная ММ даже только для стационарного теплопереноса в ОК должна содержать в себе три дифференциальных уравнения второго порядка и шесть граничных условий для нахождения соответствующих констант интегрирования. В этом случае температурное поле  $t(r)$  в ОК выражается через температуры окружающего воздуха (газа, жидкости, теплоносителя или хладагента) по обе ее стороны. В более упрощенном варианте эти граничные дифференциальные уравнения для ОК заменяются краевыми условиями третьего рода с возможным учетом на границе поверхностей ОК поверхностных стоков или ИТ [6–9].

В свою очередь, уравнение (1) с граничными условиями третьего рода может быть заменено более простыми граничными условиями первого рода при условии ввода постоянных фиктивных (эквивалентных) пограничных слоев. Анализ конвективного теплообмена показывает, что в этом случае граничные условия третьего рода фактически отображаются в граничные условия первого рода. Тогда при интегрировании уравнения (1) и наличии в граничных условиях двух изотермических поверхностей вполне можно использовать преобразование Кирхгофа [7, 9], которое через новую вспомогательную переменную  $\theta$  и средний коэффициент теплопроводности  $\lambda_c$  приводит дифференциальное уравнение (1) к формализации следующей краевой задачи:

$$\begin{cases} \theta'' + \frac{\Gamma-1}{r}\theta' + \operatorname{sgn}[G] \frac{G(\theta)c_p(\theta)}{\lambda_c} \theta' + \\ + \operatorname{sgn}[I] \frac{I(\theta)}{\lambda_c} = 0, & (2) \\ \theta(0) = \theta_1 = t_1, & (3) \\ \theta(h) = \theta_2 = t_2, & (4) \\ \lambda_c \theta' = \lambda(t)t', \text{ где } \lambda_c = \frac{1}{\Delta t} \int_{t_1}^{t_2} \lambda(\xi) d\xi, & (5) \end{cases}$$

$\Delta t = t_2 - t_1$ ,  $t_2 > t_1$ ,  $t_1$  и  $t_2$  — температуры противоположных поверхностей ОК. Направление потока тепла относительно  $r \geq 0$  определяется граничными условиями задачи.

Формализованную задачу, выражающуюся уравнениями (2)–(4) можно переписать в критериальном виде через критерии Пекле ( $Pe$ ) и Померанцева ( $Po$ ) и безразмерных масштабах температуры ( $T$ ) и термического сопротивления ( $\bar{R}$ ),

что особенно удобно, так как позволяет перевести многослойную ОК в однослойную. В этом случае, опуская промежуточные преобразования, задачу (2)–(4) можно записать в виде:

$$\begin{cases} T'' + \frac{\Gamma-1}{\bar{R}} T' + \operatorname{sgn}[Pe] Pe(T) T' + \\ + \operatorname{sgn}[Po] Po(T) = 0, & (6) \\ T(0) = 0, & (7) \\ T(1) = 1, & (8) \end{cases}$$

где  $T$  — безразмерная температура:

$$T = \frac{\theta - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1} \in [0, 1]$$

а  $\bar{R}$  — величина безразмерного термического сопротивления:

$$\bar{R} = \frac{R}{R_0} \in [0, 1]$$

здесь  $R = r/\lambda$  — текущее термическое сопротивление;  $R_0$  — общее термическое сопротивление (суммарное, приведенное, требуемое или многослойной стенки), которое выбирается в зависимости от принятых граничных условий. А данный параметр тогда  $Pe$  равен  $G(T)c_p(T)R_0$  (в строительной теплофизике выражение  $Gc_pR_0$  называют относительным коэффициентом фильтрационного теплообмена [3], характеризующим отношение тепловой емкости потока воздуха  $Gc_pR_0$  к коэффициенту теплопередачи ограждения  $K = 1/R_0$ ).

Если учесть объемную пористость ограждающей конструкции, то

$$Pe = \frac{G(T)c_p(T)}{1-\Pi} R_0; Po = \frac{I(T)h^2}{\lambda_c \Delta T},$$

в этой постановке задачи  $\Delta T$  в критерии Померанцева можно опустить, так как максимальный перепад температур равен единице; «'» (верхний штрих) — дифференцирование по  $R$ .

Если же известны пределы изменения  $Pe$  и  $Po$ , то знак сигнатуры в уравнении (6) в принципе можно опустить, если рассматривать эти критерии только в интервале  $[0, 1]$ . Тогда критерии Пекле и Померанцева запишутся в виде

$$\begin{aligned} \bar{Pe} &= \frac{Pe - \inf(Pe)}{\sup(Pe) - \inf(Pe)}, \\ Po &= \frac{Po - \inf(Po)}{\sup(Po) - \inf(Po)} \in [0, 1], \end{aligned}$$

В этом случае все зависимые и независимые переменные и параметры поставленной краевой задачи безразмерны и лежат в четырехмерном нормированном единичном пространстве  $(T, \bar{R}, \bar{Pe}, \bar{Po})$ . Тогда система (6)–(8) переписывается в следующем виде:

$$\begin{cases} T'' + \frac{\Gamma-1}{\bar{R}} T' + \bar{Pe}(T) T' + \bar{Po}(T) = 0, & (9) \\ T(0) = 0, & (10) \\ T(1) = 1. & (11) \end{cases}$$

Таким образом, приведенные преобразования значительно упрощают математическую формализацию задачи, устраняют физические размерности и знаки, решают вопросы масштабного перехода. Единственно, несколько усложняется физическая интерпретация задачи, особенно когда в вышеуказанном пространстве строится графическое решение задачи, где фактически как бы «теряются» направленность потока ( $G$ ) и знак ИТ ( $I$ ) из-за отсутствия отрицательных значений параметров задачи на закрытом интервале  $[0, 1]$ , но это усложнение легко устраняется при обратном переходе к первоначальным параметрам задачи.

Рассмотрим в качестве примеров несколько упрощенных частных случаев решения поставленной краевой задачи, часть из которых сводится к известным решениям, изложенным в работах [1–9].

**I.** При  $\Gamma = 1$ ,  $\lambda(t)$ ,  $Pe = \text{const}$ ,  $Po = \text{const}$  и искусственно опущенного знака сигнатуры (так как  $Pe$  и  $Po \notin [0, 1]$ ), краевую задачу (6)–(8) можно записать в форме:

$$\begin{cases} T'' + Pe T' + Po = 0, & (12) \\ T(0) = 0, & (13) \\ T(1) = 1. & (14) \end{cases}$$

где при  $Pe < 0$  происходит инфильтрация в ОК, при  $Pe > 0$  — эксфильтрация, при  $Pe = 0$  — фильтрация воздуха отсутствует; при  $Po < 0$  действует отрицательный ИТ, при  $Po > 0$  — положительный ИТ, при  $Po = 0$  — ИТ отсутствует.

Аналитическое решение краевой задачи (12)–(14) получено в виде:

$$T = \frac{e^{-Pe\bar{R}} - 1}{e^{-Pe} - 1} \left( 1 + \frac{Po}{Pe} \right) - \frac{Po}{Pe} \bar{R}, \quad (15)$$

которое уже охватывает все комбинации вышеперечисленных частных случаев параметров переноса ( $Pe, Po$ ) при заданных условиях однозначности.

Таким образом, в зависимости от знака и величины  $Pe$  или  $Po$ , имеем различные ММ, отражающие соответствующие им физические процессы (явления). При условии же ввода в уравнение (12)  $\bar{Pe}$  и  $\bar{Po} \in [0, 1]$  обобщенная физическая интерпретация поставленной задачи и полученное в этом масштабе решение несколько усложняется ввиду отсутствия в ММ и ее решении отрицательных значений  $\bar{Pe}$  и  $\bar{Po}$ . Кроме того, необходимо отметить, что частное решение (15), несмотря на видимую простоту, получено

все же при функциональной зависимости коэффициента теплопроводности от температуры  $\lambda[t(r)]$ .

Поэтому, если  $\lambda(t) \neq \text{const}$ , то для получения профиля  $t(r)$  необходимо полученное решение  $T(\bar{R})$  первоначально перевести в  $\theta(r)$ , а далее обратным переходом через преобразование Кирхгофа (5) найти уже поле температур  $t(r)$  в исходных обозначениях поставленной задачи. Алгоритм такого перехода рассмотрен на нижеследующем примере.

**II.** При  $\Gamma = 2$ ,  $\lambda(t) = \lambda_0(1 + \beta t)$ , где  $\lambda_0$  — известный коэффициент при контрольной температуре  $t_0$ ,  $\beta$  — температурный коэффициент теплопроводности,  $Pe = 0$  и  $Po = 0$ , получим промежуточное известное решение задачи (2)–(4) в следующем виде:

$$\theta = t_1 + (t_2 - t_1) \frac{\ln(r/r_1)}{\ln(r_2/r_1)}. \quad (16)$$

Исходная же зависимая переменная  $t(r)$  находится при помощи полуопределенного интегрирования (5) и для случая линейной зависимости  $\lambda(t)$  получим квадратное уравнение вида:

$$\frac{\beta}{2} t^2 + t = t_1 + \frac{\beta}{2} t_1^2 - \frac{\lambda_c}{\lambda_0} (t_1 - \theta), \quad (17)$$

$$\text{где } \lambda_c = \lambda_0 \left[ 1 + \frac{\beta}{2} (t_1 + t_2) \right], \quad (18)$$

решая которое относительно  $t$  (корень из физических соображений берется с положительным знаком радикала) с учетом (16) и (18), получим:

$$t = \frac{1}{\beta} \left\{ (1 + \beta t_1) \times \sqrt{1 - \left[ 1 - \frac{(1 + \beta t_2)^2}{(1 + \beta t_1)^2} \right] \frac{\ln(r/r_1)}{\ln(r_2/r_1)}} - 1 \right\}. \quad (19)$$

Сравнение случаев постоянного и переменного коэффициентов теплопроводности показывает, что непостоянство коэффициента теплопроводности при  $\beta > 0$  повышает, а при  $\beta < 0$  понижает теплообмен. Тогда формула для расчета прироста относительного изменения потока тепла из-за непостоянства коэффициента теплопроводности будет:

$$\Delta q = \frac{q(\beta) - q}{q} \quad (\text{для } \beta > 0) \quad \text{или} \quad (20)$$

$$\Delta q = \frac{q - q(\beta)}{q(\beta)} \quad (\text{для } \beta < 0).$$

В связи с тем, что термические напряжения сильно (особенно для высокотемпературных процессов) зависят от  $\nabla t$ , то из (20) следует, что переменная теплопроводность может существенно влиять не только на распределение температур

и теплообмен, но также и на величину и распределение термических напряжений, что подтверждается многочисленными практическими примерами из области авиа- и машиностроения, а также строительной индустрии и промышленной энергетики.

**III.** При  $\Gamma = 2$ , линейной зависимости  $\lambda(t)$ ,  $Pe = 0$  и  $Po = \text{const}$  общее решение дифференциального уравнения (2) путем следующей промежуточной замены переменной

$$U = \theta + \frac{I}{4\lambda c} r^2$$

можно свести к решению дифференциального уравнения для ранее рассмотренного случая II (когда  $Po = 0$ ).

Тогда общее решение уравнения (2) при  $Po = \text{const}$  с учетом указанной замены запишется в виде:

$$\theta = c_1 \ln(r) - \frac{I}{4\lambda c} r^2 + c_2, \quad (21)$$

а после определения  $c_1$  и  $c_2$  из крайних условий (3) и (4) решение  $\theta(r)$  будет:

$$\theta = \left[ t_2 - t_1 + \frac{I}{4\lambda c} (r_2^2 - r_1^2) \right] \frac{\ln(r/r_1)}{\ln(r_2/r_1)} - \frac{I}{4\lambda c} (r^2 - r_1^2) + t_1. \quad (22)$$

Для более упрощенного изложения алгоритма перехода к исходным переменным поставленной задачи примем  $t_y = t_2 = 0$ . Тогда уравнение (22) будет:

$$\theta = \left[ \frac{I}{4\lambda c} (r_2^2 - r_1^2) \right] \frac{\ln(r/r_1)}{\ln(r_2/r_1)} - \frac{I}{4\lambda c} (r^2 - r_1^2), \quad (23)$$

а квадратное уравнение относительно  $t$  будет:

$$\frac{\beta \lambda_0}{2} t^2 + \lambda_0 t - \lambda_c \theta = 0, \quad (24)$$

из решения которого следует:

$$t = \frac{1}{\beta} \left( \sqrt{1 + 2\beta \gamma} - 1 \right), \quad \text{где} \quad (25)$$

$$\gamma = \frac{I}{4\lambda_0} \left[ \left( r_2^2 - r_1^2 \right) \frac{\ln(r/r_1)}{\ln(r_2/r_1)} - (r^2 - r_1^2) \right]. \quad (26)$$

При  $\beta = 0$  следует, что  $t = \gamma$ , а при  $\beta > 0$  следует  $\beta \leq 0,5 \max(\gamma)$ . Из анализа полученных решений аналогично примеру II выводится оценка температурного профиля в зависимости от  $\lambda(t)$  как при  $\beta > 0$ , так и при  $\beta < 0$ .

**IV.** При  $\Gamma = 1$ ,  $\lambda = \text{const}$ ,  $Po = \text{const}$  и  $Pe = 0$  решением задачи (6)–(8) будет:

$$T = \bar{R} \left[ 1 + \frac{Po}{2} (1 - \bar{R}) \right], \quad (27)$$

а при совпадении потока тепла с положительным направлением оси  $r$  будет:

$$T = (1 - \bar{R}) \left( 1 + \frac{Po}{2} \bar{R} \right). \quad (28)$$

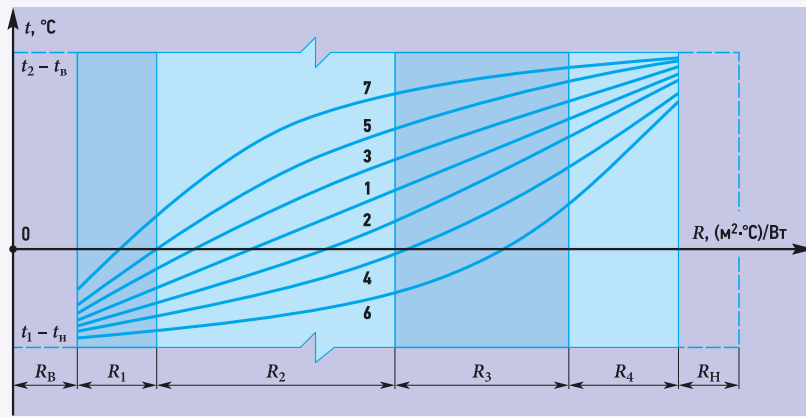
Численные расчеты относительной температуры  $T(\bar{R})$  для различных значений  $Po$  показали, что в зависимости от значения  $Po$  температура стенки может быть заметно больше максимальной температуры поверхности стенки при  $Po \geq 3$  и меньше минимальной температуры поверхности при  $Po \leq -3$ . Таким образом, чем выше влагосодержание (сток тепла ОК), тем глубже сдвигается фронт конденсации влаги внутрь ОК (зимний период года) и тем шире зона конденсации. Аналогично находятся смещение фронта испарения и сужение зоны конденсации в обратном направлении, то есть к наружной поверхности ОК, когда происходит просушка ограждения (уменьшение влагосодержания и, соответственно, стока тепла в летний период года). Точное расположение фронта и зоны конденсации (испарения) можно найти из условий существования экстремума функции  $T(\bar{R})$ . Скорость смещения фронта и зоны конденсации (испарения) в том или ином направлении зависит от  $\nabla t$ , влагосодержания и энергии (формы) связи влаги с материалом ОК. Плотность теплового потока находится из уравнения  $q = -(dT/dR)$  и в первоначальных обозначениях при совпадении потока тепла с положительным направлением оси  $r$  примет вид:

$$q = \frac{\lambda_c}{h} (t_1 - t_2) - I \left( \frac{h}{2} - r \right). \quad (29)$$

Из (29) следует, что  $q$  может быть со знаком «+» при совпадении с положительным направлением оси абсцисс  $\Gamma$  (когда  $t_1 > t_2$ ), и со знаком «-» при направлении в сторону уменьшения  $r$  (когда  $t_1 < t_2$ ).

Обобщенная постановка задачи (9), (10), (11) позволяет рассмотреть множество других вариаций параметров  $\Gamma$ ,  $\lambda(t)$ ,  $Pe(T)$ ,  $Po(T)$  (с учетом направленности потоков и знака ИТ), но алгоритм решения будет аналогичен рассмотренным.

Исходное же уравнение (1) при переменных параметрах переноса  $[\lambda(t), Pe(t), Po(t)]$  и крайних условиях различного рода (возможно смешанных и нелинейных), учитывающих и поверхностные источники (стоки) тепла, в наиболее общем случае решается численными или приближенными методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений, а при определенных условиях указанных параметров переноса оно мо-



**Рис. 1.** Характерные частные графические зависимости распределения  $t(R)$  в многослойной ОК [1 — без учета фильтрации, ИТ и  $\lambda = \text{const}$ ; 2 — с учетом воздухопроницаемости при инфильтрации воздуха; 3 — при эксфильтрации; 4 — с учетом инфильтрации и стока теплоты (наличия влаги в ОК); 5 — с учетом эксфильтрации и ИТ; 6 — кривая 4, но с учетом линейной зависимости  $\lambda(t)$  при ( $\beta < 0$ ); 7 — кривая 4, но с учетом линейной зависимости  $\lambda(t)$  при ( $\beta > 0$ )]

жет быть сведено к решению известных дифференциальных уравнений Бесселя, Лежандра или к решению линейного неоднородного дифференциального уравнения  $n$ -го порядка (в нашем случае — второго) с переменными коэффициентами следующего вида:

$$\sum_{i=0}^n a_{n-i}(r) t^{(i)}(r) = f(r), \quad (30)$$

где  $a_i(r)$  — переменные коэффициенты неоднородного дифференциального уравнения  $n$ -го порядка;  $(i)$  — верхний индекс при  $t$  означает номер производной,  $t(0) = t$ ;  $\alpha_0 = 1$ .

Общее решение данного уравнения является следующее выражение:

$$t(r) = t_{oo}(r) + t_{чн}(r), \quad (31)$$

где  $t_{oo}(r)$ ,  $t_{чн}(r)$  — общее решение однородного уравнения ( $f(r) = 0$ ) и какое-либо частное решение неоднородного уравнения, соответственно.

Если на некотором интервале известна линейно независимая фундаментальная система решений  $t_i (i = 1, n)$  соответствующего однородного уравнения (30), то общее решение неоднородного уравнения может быть найдено методом вариации произвольных постоянных. В этом случае решение уравнения (30) ищем уже в виде [13]:

$$t(r) = \sum_{i=1}^n c_i(r) t_i(r), \quad (32)$$

где  $c_i(r)$  — неизвестные функции находятся из системы  $n$  уравнений:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n c_i'(r) t_i(r) = 0, \\ \sum_{i=1}^n c_i'(r) t_i'(r) = 0, \\ \dots \\ \sum_{i=1}^n c_i'(r) t_i^{(n-1)}(r) = f(r). \end{cases} \quad (33)$$

Разрешая систему (33) относительно  $\bar{c}_i(r)$ , получим:

$$\bar{c}_i(r) = Y_i(r), \quad \text{откуда} \quad (34)$$

$$c_i(r) = \int Y_i(r) dr + \bar{c}_i. \quad (35)$$

Далее, подставляя полученные значения  $c_i(r)$  в (32), получим общее решение неоднородного уравнения (30). Например, для уравнения второго порядка система (33) примет вид:

$$\begin{cases} c_1' t_1 + c_2' t_2 = 0, \\ c_1' t_1' + c_2' t_2' = f(r). \end{cases} \quad (36)$$

Решая ее относительно  $\bar{c}_1$  и  $\bar{c}_2$ , определим следующее:

$$c_1(r) = - \int \frac{t_2 f(r)}{W[t_1, t_2]} dr + \bar{c}_1. \quad (37)$$

$$c_2(r) = - \int \frac{t_1 f(r)}{W[t_1, t_2]} dr + \bar{c}_2.$$

где  $W(r)$  — это Вронскиан для данной функций  $t_i(r)$ :

$$W(r) = W[t_1, t_2] = \begin{vmatrix} t_1(r) & t_2(r) \\ t_1'(r) & t_2'(r) \end{vmatrix};$$

а  $\bar{c}_i (i = 1, 2)$  — произвольные постоянные интегрирования, определяемые из краевых условий задачи.

На рис. 1 представлены некоторые характерные профили распределения  $t(R)$  в ОК в зависимости от параметров переноса [ $\lambda(t)$ ,  $Pe(T)$ ,  $Po(T)$ ] и их знаков.

### Заключение

Предлагаемая в критериальном виде обобщенная ММ (9)–(11) процессов нелинейного переноса в многослойной ОК позволяет независимо от масштабных параметров объекта и направления потоков:

- рассчитывать поля температур, тепловые потоки, а также различные коэффициенты переноса (теплоотдачи, теплопередачи, термического сопротивления, порового охлаждения, фильтрационного

охлаждения) и др. производные характеристики с учетом ее влагосодержания, различного рода включений или неоднородностей для многообразных классов физических явлений или процессов;

- учитывать в расчетах полей переноса (тепла, влаги, парогазовой смеси) изменение теплофизических характеристик от толщины многослойной ОК или ее термического сопротивления;
- использовать полученные результаты для практических расчетов при проектировании многослойных ОК зданий и сооружений, тепловых инженерных сетей, разработке СНиПов, СП по тепловой защите зданий [14, 15] и т.д.;

□ проводить расчеты как тепло-, так и массопереноса различных ОК для канонических систем координат (декартовой — для пластин, стен; цилиндрической — для трубопроводов; сферической — для емкостей): ввиду аналогии законов переноса в приведенных уравнениях символ температуры « $t$ » можно, например, заменить на символ влагосодержания « $U$ », а вместо теплообменных критериев в обобщенной задаче можно использовать массообменные и далее соответственно проинтерпретировать поставленную физическую задачу. ●

□ проводить расчеты как тепло-, так и массопереноса различных ОК для канонических систем координат (декартовой — для пластин, стен; цилиндрической — для трубопроводов; сферической — для емкостей): ввиду аналогии законов переноса в приведенных уравнениях символ температуры « $t$ » можно, например, заменить на символ влагосодержания « $U$ », а вместо теплообменных критериев в обобщенной задаче можно использовать массообменные и далее соответственно проинтерпретировать поставленную физическую задачу. ●

□ проводить расчеты как тепло-, так и массопереноса различных ОК для канонических систем координат (декартовой — для пластин, стен; цилиндрической — для трубопроводов; сферической — для емкостей): ввиду аналогии законов переноса в приведенных уравнениях символ температуры « $t$ » можно, например, заменить на символ влагосодержания « $U$ », а вместо теплообменных критериев в обобщенной задаче можно использовать массообменные и далее соответственно проинтерпретировать поставленную физическую задачу. ●

1. Ильинский В.М. Строительная теплофизика. — М.: Высшая школа, 1974.
2. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. — М.: АВОК-Пресс, 2006.
3. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. — СПб.: АВОК Северо-Запад, 2006.
4. Ушков Ф.В. Теплопередача ограждающих конструкций при фильтрации воздуха. — М.: Стройиздат, 1969.
5. Hugo Hens. Building Physics — Heat, Air and Moisture. — John Wiley & Sons, Ltd., 2007.
6. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. — М.: Энергоиздат, 1981.
7. Коздoba Л. И. Методы решения нелинейных задач теплопроводности. — М.: Наука, 1975.
8. Эккерт Э.Р., Дрейк Р.М. Теория тепло- и массообмена. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961.
9. Исачев С.И., Кожин И.А., Кофанов В.И. и др. Теория тепломассообмена (под ред. А.И. Леонтьева). — М.: Высшая школа, 1979.
10. Садьков Р.А. Расчет теплотехнических характеристик ограждающих конструкций с учетом термодиффузии и фильтрации влаги // Мат. Межд. науч.-техн. конф. «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции». — М.: МГСУ, 2005.
11. Садьков Р.А., Крайнов Д.В., Иванова Р.В. Процессы переноса в ограждающих конструкциях с учетом воздухопроницаемости и стоков теплоты // Сб. докл. III-й Межд. науч.-техн. конф. «Основы теплогазоснабжения и вентиляции». — М.: МГСУ, 2009.
12. Крайнов Д.В., Садьков Р.А. Расчет термического сопротивления ограждающих конструкций с интегральным учетом их воздухопроницаемости и источников теплоты // Сб. трудов X-го Межд. симп. «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение». — Казань, 2009.
13. Матвеев Н.М. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. — М.: Высшая школа, 1967.
14. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. — М., 2003.
15. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. — М., 2004.

## Анализ детального энергетического аудита зданий

В данной статье приведены результаты энергетического аудита зданий Вильнюсского технического университета им. Гедиминаса, который выполнен в рамках международного научного проекта. Представлены методы энергетического аудита, методика и результаты детальных измерений составляющих теплового баланса.

В коммюнике Европейской комиссии 19.10.2006 «План эффективного потребления энергии: использовать потенциал» говорится, что Европа вынуждена решать сегодня беспрецедентные проблемы энергетических источников, которые связаны с зависимостью Европейского союза от импорта энергетических источников, с заботой о снабжении ископаемого топлива и очевидным изменением климата. Однако независимо от этих проблем Европа зря расходует около 20% энергии. Поэтому на всех уровнях управления и энергопотребления необходимо показать, как можно повысить эффективность использования энергии.

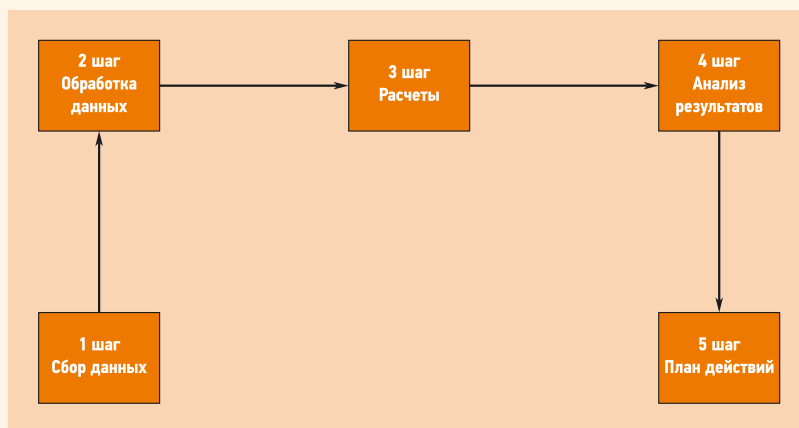
Одной из мер является энергетический аудит, который включает детальную проверку состояния объекта и оценку полученных результатов с точки зрения эффективного использования энергии, а также предложения по внедрению экономически и экологически обоснованных, социально приемлемых организационных и технических мер с целью снижения объектом энергетических затрат.

Кафедра энергетики зданий Вильнюсского технического университета имени Гедиминаса (Vilnius Gediminas Technical University, далее ВГТУ) участвует в международном Европейском научном проекте USE efficiency [7], который выполняется с июня 2009 года до января 2012 года. Сотрудники и студенты ВГТУ активно присоединились к популяризации все чаще применяемого и совершенствуемого энергетического аудита зданий, который был проведен для шести зданий ВГТУ руководствуясь «Методикой выполнения всестороннего аудита потребления энергии, энергетических ресурсов и холодной воды в зданиях общественного пользования», утвержденной 29.04.2008 приказом №4-184 Министра

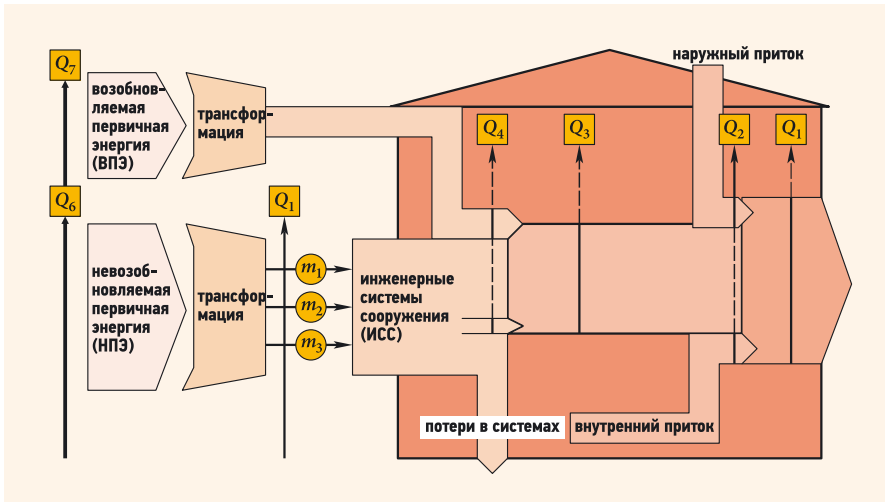
**Европа зря расходует около 20% энергии. Поэтому на всех уровнях управления и энергопотребления необходимо указать пути повысить эффективность использования энергии**

хозяйства Литовской Республики [5]. В связи с тем, что проект USE efficiency был ориентирован на молодых исследователей и на внедрение мер по эффективному потреблению энергии в университетах, предлагалось как можно детальнее и всестороннее исследовать конкретные объекты и таким образом получить опыт по проведению аудита общественных зданий.

Поэтому большое внимание уделялось установлению реальных параметров, правильному выбору, какие параметры и характеристики измерять, установить места измерения, какие методы применять, как выбрать время суток, в которое собирать данные, и др. Ставилась задача не только серьезно отнестись на первый взгляд к довольно легко выполняемому энергетическому аудиту, но и глубже проанализировать энергетические характеристики университетских зданий, выявить проблемные места и оценить масштаб проблем. Для осуществления поставленной задачи было привлечено новое мобильное измерительное оборудование недавно созданного Научного центра гражданской инженерии ВГТУ, которое состояло из комплекта приборов, предназначенных для синхронного исследования энергетических затрат, свойств ограждений, поведения потребителей и условий микроклимата в помещениях реальных зданий (оборудования по учету, сбору, обработке, передаче и анализу данных).



⦿ Рис. 1. Порядок действий по выполнению аудита



❖ **Рис. 2.** Принципиальная диаграмма количества энергии здания [4] [ $Q_i$  — требуемая энергия;  $Q_2$  — приток внутренней и внешней энергии;  $Q_3$  — энергия, использованная в здании;  $Q_4$  — приобретенная энергия;  $Q_5$  — поставленная энергия;  $Q_6$  — не возобновляемая первичная энергия, необходимая для получения поставляемой в здание энергии (и связанные с этим выбросы  $CO_2$ );  $Q_7$  — возобновляемая первичная энергия;  $M$  — приборы учета потребляемой конечной энергии (теплоты, топлива, электричества)]

Перед началом аудита были получены статистические данные о потреблении энергии исследуемым зданием в течение последних двух лет, расходы за потребленную энергию и результаты первого уровня аудита по проекту USE efficiency.

**Методика проведения аудита**

В результате реализации проекта были проведены детальные аналитические потребительские аудиты шести зданий, которые можно охарактеризовать следующим образом [4].

Область применения — в промышленности среднего и широкого объема (включая механические и электрические системы, энергетические процессы, системы снабжения и др.). Содержание работы: аудит характеризует все названные в указаниях системы по потреблению энергии без учета того, обнаружена экономия энергии или нет; разрешает не учитывать не некоторые области, лишь установив общий энергетический баланс; выявляет все эффективные способы экономии; выполняет детальный расчет экономии энергии и инвестиций; охватывает диагностическую оценку каждой системы, использующей энергию; выполняет детальное распределение потребления; описывает альтернативные способы экономии; описывает объект, производство и потребление энергии, его режимы и балансы. Продолжительность работы — пять недель и более.

При выполнении детальных энергетических аудитов были поставлены и решены следующие задачи: анализ существующего положения здания; сбор характерных данных о здании; измерения

энергетических параметров; технический анализ затрат и расхода тепловой энергии, составление баланса затрат тепловой энергии; перерасчет фактических затрат тепловой энергии на обогрев здания на нормированный отопительный сезон; подбор мер по экономии энергии и установление возможной экономии; составление баланса энергетических затрат здания; оценка экономической эффективности мер по сбережению энергии.

**Окончательные результаты, полученные после составления баланса, анализировались, и выявлялись проблематичные места или системы, а также потенциальные возможности экономии благодаря внедрению соответствующих мер**

Сначала был составлен краткий, однако точный порядок выполнения аудита, показанный на рис. 1.

На стадии сбора данных исследователи разными способами собирали информацию о физических характеристиках зданий (высоте, ширине стен, размере окон, длине и ширине помещений и др.), о составных материалах их элементов (стен, полов, крыши и др.). Были также проведены подробные измерения тепловых характеристик элементов зданий (коэффициентов теплопроводности стен, окон, крыш, перекрытий), исследованы системы вентиляции и др., а также велось наблюдение за условиями микроклимата внутри зданий (тем-

пература, относительная влажность, освещение и др.).

Результаты измерений на стадии обработки данных анализировались, с помощью компьютерных программ группировались и сравнивались с аналогичными результатами (напр., других помещений). Результат составили средняя температура в определенное время, относительная влажность, реальные коэффициенты теплопроводности, перенос здания в виртуальное пространство с применением программы AutoCAD.

После определения реальных характеристик производился расчет, основной целью которого было составление баланса затрат электроэнергии. На рис. 2 показана принципиальная диаграмма количества энергии здания.

После определения реальных характеристик производился расчет, основной целью которого было составление баланса затрат электроэнергии. При расчетах и составлении баланса основным уравнением считалось уравнение баланса аудита потребления энергии (БАП):

$$\sum Q_{SV,f} = (\sum A_i U_i + c_p \sum V_j n_j) \times (\Theta_{if} - \Theta_{ef}) z_f - \Psi_P (Q_{P,ext} + Q_{P,int}) - Q_{AEI} - \sum \Psi_{R,k} Q_{NR,k} + \sum Q_{Nf,k} \tag{1}$$

В этом уравнении переменными, благодаря вариации которых появляется возможность составить баланс между затратами реально потребленной тепловой энергии и рассчитанными теоретически, являются:  $U_i$  — коэффициент передачи энергии, Вт/( $m^2 \cdot K$ );  $n_j$  — коэффициент воздухообмена,  $ч^{-1}$ ;  $\Theta_{if}$  — температура внутренних помещений, °C;  $\Psi_P$  — коэффициент притока теплоты;  $Q_{AEI}$  — энергия из возобновляющихся источников энергии (ВИЭ), кВт·ч;  $\Psi_{R,k}$  — коэффициент тепловозврата.

Окончательные результаты, полученные после составления баланса, анализировались, и выявлялись проблематичные места или системы, а также потенциальные возможности экономии благодаря внедрению соответствующих мер.

В самом конце составлялся план действий, в котором представлялись пакеты мер по экономии энергии, начиная с наиболее приоритетных и заканчивая наименее приоритетными. Устанавливалась возможность экономии в каждом случае, трудности внедрения технических решений, изменение микроклимата здания в результате внедрения названных мер. На этой стадии осуществлялась и экономическая оценка внедрения предложенных мер по экономии с точки зрения простого срока окупаемости и чистой существующей ценности.

### Методика проведения измерений

Проведением всестороннего аудита потребления энергии преследовалась цель получить детальные и точные ответы на вопросы, как уменьшить потребление энергии в здании [4]. С этой целью проводилось наибольшее количество измерений физических характеристик здания и его элементов. Аудит проводился с использованием студентами в течение трех недель нового оборудования Научного центра гражданской инженерии ВГТУ: накопителей данных, датчиков температуры, относительной влажности, пластин, фиксирующих поток теплоты, «продуваемых дверей», термометров инфракрасных лучей, лазерных измерителей расстояния, термовизора.

Перед проведением аудита были сделаны термовизорные снимки фасадов всех зданий, по которым можно было установить проблемные места зданий и произвести необходимые измерения. За весь период измерений в шести зданиях были измерены условия микроклимата 24 помещений и тепловые характеристики 18 элементов (всего 80 параметров).

Наиболее популярными были измерения температуры внутренних помещений, относительной влажности (такими удвоенными возможностями располагал накопитель данных), а также коэффициентов теплопередачи отдельных ограждений, которые больше всего варьировались при составлении баланса потоков энергии здания. Реже определялась концентрация  $\text{CO}_2$  в помещениях, когда прибор в аудитории во время лекции определял, за какой отрезок времени концентрация  $\text{CO}_2$  вернется к начальной стадии. Это позволяло рассчитать коэффициент воздухообмена в помещениях и позже использовать его в расчете баланса затрат потребления энергии.

При измерении параметров микроклимата помещений учитывалась следующая специфика: накопители данных с внешними и внутренними датчиками

### Наиболее точные результаты измерения коэффициента теплопередачи получены в темное время суток, когда внешние и внутренние притоки оказывают наименьшее влияние

оставлялись в лабораториях, аудиториях, кабинетах на три-пять суток, а данные записывались с получасовым интервалом. В результате получился график, и устанавливалось среднее преобладающее значение параметра.

Накопители данных и датчики во время измерений коэффициентов теплопередачи соединялись по схеме (рис. 3). На этом рисунке знак «+» обозначает параметры измеряемого внутреннего помещения, а знак «-» — внешние параметры. Внутри помещения или здания, в которых велись измерения, оборудовалась пластина, фиксирующая плотность теплового потока ограждения  $\bar{q}$  [Вт/м<sup>2</sup>] и зонд для измерения температуры внутренней поверхности  $\bar{\theta}_{\text{ip}}$  [°C]. На внешней части поверхности ограждения монтировался зонд для измерения температуры  $\bar{Q}_{\text{ep}}$  [°C]. Данные отдельно накапливались в специальном накопителе данных и записывались с интервалом в пять минут. Полученные данные каждого измерения анализировались графически за исключением ночного интервала измерений наибольшей достоверности, в котором замечены наименьшие колебания фиксированных значений, так как внутренние и внешние притоки теплоты оказывают большое влияние на изменение теплового потока, особенно это ощущается в дневное время, когда ограждение нагревается от солнца или в помещении постоянно находятся люди. Поэтому наиболее точные результаты измерения коэффициента теплопередачи получены в темное время суток, когда внешние и внутренние притоки оказывают наименьшее влияние на результаты.

После получения промежуточных величин по [2] были рассчитаны фактические коэффициенты теплопередачи.

### Результаты

На основании проведенных аудитов шести зданий установлено, что средняя температура помещений в разных зданиях колеблется от 14,9 до 20°C, а относительная влажность — от 25,2 до 36,3%. По нормам [3] средняя температура помещений в зданиях общественного пользования в отопительный сезон должна быть 20–22°C, а относительная влажность — 40–60%. Можно утверждать, что практически ни в одном из исследованных зданий эти требования не удовлетворялись.

В результате проведения тестов на  $\text{CO}_2$  и «продуваемых дверей» установлено, что при разнице в 4 Па между воздухом вне помещения и в помещении (условие естественной вентиляции) воздухообмен во всех случаях занимал около 0,2 ч<sup>-1</sup>. Эта величина довольно невелика, она обусловлена недействующей системой вентиляции в исследованных зданиях, а также наличием новых герметичных пластиковых окон.

Анализ результатов определения коэффициентов теплопередачи выявил, что полученные фактические значения в интервале  $\pm 10\%$  соответствуют проектным величинам, применявшимся при строительстве зданий, и рассчитанным теоретически по составу материалов известного элемента. Итак, зная измеренные основные параметры, позволяющие без больших проблем составить баланс потоков энергии зданий, можно значительно облегчить расчеты. Баланс затрат энергии четырех из шести зданий при сравнении фактических данных (по показаниям счетчиков) и рассчитанных не совпал на 7%, что соответствовало требованиям правового акта [1] (несоответствие должно составить < 10%).

После составления баланса рассчитывались также сравнительные характеристики для каждого здания. Так создавалась возможность сравнивать здания на одной диаграмме, оценивая в целом издержки электроэнергии и теплопотери, приходящиеся на единицу отапливаемой площади. По этим диаграммам было видно, что в здании SRL-I количество потребленной электроэнергии было относительно большим. Это можно объяснить тем, что в здании преобладают лаборатории, в которых много электроэнергии потребляют старые и неэффективные лабораторные стенды, а также другое оборудование. Следует отметить

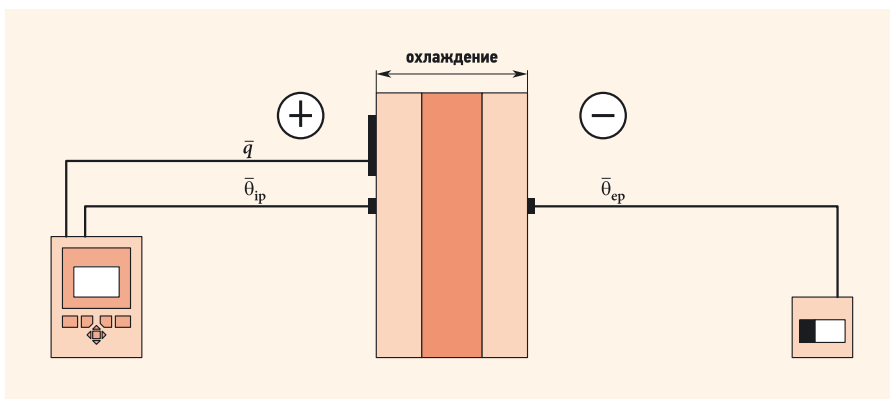


Рис. 3. Результаты измерения параметров ограждений кабинета № 2415

также два отдельных здания — SRA-I и SRA-II, в которых находятся большие аудитории, занимающие два-три этажа. По этой причине сравниваемые показатели на единицу отапливаемой площади оказались значительно большими. Для удобства сравнения результатов был составлен график, в котором приведены сравниваемые характеристики, приходящиеся на единицу объема здания. Из представленных сравниваемых характеристик были отобраны два «критических» здания для дальнейших этапов проекта, на которых последует их детальное обследование. Такими зданиями стали SRL-I и SRK-II.

После окончания аудита были предложены пакеты мер по экономии в исследованных ими зданиях определенного количества, как электроэнергии, так и тепловой энергии. Следует обратить внимание на тот факт, что большее внимание уделялось снижению тепловых затрат, чаще всего в качестве меры по снижению энергозатрат предлагалось утеплить внешние ограждения (стены, подвалы, крыши) изоляционными материалами до требуемых значений. Что касается улучшения микроклимата помещений, исследовались возможности оборудовать новую систему механической вентиляции, которая позволила бы также экономить и немалое количество тепловой энергии.

Все предложенные меры по экономии энергии были оценены экономически, время окупаемости проектов колебалось от трех до 12 лет.

После проведения всестороннего энергетического аудита шести зданий ВГТУ были установлены проблемные места, фактическое энергопотребление, характеристики элементов, предложены меры по экономии энергии. Применявшееся измерительное оборудование позволило достаточно точно установить параметры элементов зданий и микроклимата помещений, что облегчило работу на следующих этапах аудита и способствовало получению точных результатов. Было установлено, что температура помещений разных зданий колебалась от 14,9 до 20 °С, а относительная влажность — от 25,2 до 36,3 %. Такие значения не удовлетворяют требований гигиенических норм. Воздухообмен зданий слишком мал (0,2 вместо 0,7 ч<sup>-1</sup>), что не соответствует требованиям действующих правовых актов, поэтому в помещениях не обеспечиваются условия микроклимата. Измеренные коэффициенты теплопроводности элементов зданий лишь на приблизительно 10 % отличаются от рассчитанных теоретически для применявшихся материалов, однако их значения не соответствуют требованиям современных строительных регламентов. В результате определения баланса между теоретическими и фактическими потоками энергии в зданиях и возможной ее экономии было установлено, что время окупаемости предложенных пакетов по экономии энергии составляет от трех до 12 лет. ●

1. Каталог "Ahlborn Mess — und Regelungstechnik GmbH". Компания Ahlborn Product, 2009 (на нем. яз.).
2. Гигиенические нормы HN 42:2009. Микроклимат жилых и общественных помещений, Valstybes zinios, 2009-12-31, №159-7219 (на лит. яз.).
3. Приказ министра хозяйства Литовской республики. Методика детального аудита энергии, энергетических источников и потребления холодной воды, проводимого в общественных зданиях. — Вильнюс: Приказ № 4-184, 29.04.2008 (на лит. яз.).
4. Martinaitis V., Rogoza A., Ciuprinskas K. Аудит использования энергии зданиями. Учеб. пос. — Вильнюс: Техника, 2010 (на лит. яз.).
5. STR 2.05.01:2005. Теплотехника ограждений зданий. — Вильнюс, 2005.
6. USE efficiency. Интернет-ресурс: www.useefficiency.eu.
7. Valancius K., Mikucioniene R. Эффективность использования энергии в университетах ЕС — результаты энергетических аудитов 1-го уровня // Инженерия окружающей среды, №2(5)/2010 (на лит. яз.).

На правах рекламы.



Международная выставка сантехники, отопления, кондиционирования, возобновляемых источников энергии

Франкфурт-на-Майне  
12. – 16. 3. 2013

| Энергия

## Aircontec – кондиционирование, охлаждение, вентиляция


В разделе Aircontec будут представлены последние разработки в сфере технологий кондиционирования, охлаждения и вентиляции. К ним относятся инновационные высокие технологии, а также системные решения для объединения архитектуры и техники: узнайте об энергосберегающих инновациях, сочетающих в себе устойчивое развитие и комфорт.

[www.ish.messefrankfurt.com](http://www.ish.messefrankfurt.com)

[info@russia.messefrankfurt.com](mailto:info@russia.messefrankfurt.com)

Тел. +7 (495) 649-87-75



 messe frankfurt



## Энерго- сбережение в промышленности

Основной способ экономии энергоресурсов — использование современных, качественных материалов и технологий. Это позволяет снизить себестоимость продукции и обеспечить стабильную работу оборудования. Этим вопросам в нашей стране ранее не уделялось должного внимания, и поэтому доля энергетической составляющей в себестоимости отечественной продукции в полтора-два раза выше, чем в западноевропейской.

Внедрение современных энерго- и ресурсосберегающих технологий — необходимое условие развития производства и путь в завтрашний день. Сегодня одним из главных направлений промышленной политики стало энергосбережение, потенциал которого в России оценивается в 421,15 млн тонн условного топлива (примерно столько ежегодно потребляется, например, во Франции).

### Учет и контроль

Энергоаудит — необходимая составляющая экономии. При отсутствии учета ресурсов невозможно минимизировать их использование, зато экономическая эффективность даже самых простых мероприятий по энергоаудиту весьма велика.

**Нормативные документы.** Порядок проведения энергоаудита установил Закон «Об энергосбережении» (ФЗ РФ № 261-ФЗ от 23.11.2009), определивший также категории организаций, которые обязаны его проходить. В частности, это потребители ТЭР на сумму более 10 млн руб. в год и все организации с участием государства, муниципалитетов, а также сами органы государственной власти и местного самоуправления. Отметим, что некоторые коммерческие компании уже давно проводят такие обследования по собственной инициативе: ведь энергоаудит дает возможность снизить расход энергоресурсов, и денежные вложения в него достаточно быстро окупаются. Даже на высокоэффективном современном производстве, где налажен строгий учет потребления энергии, аудит позволяет получить экономию до 10–15% энергоресурсов. Часто же экономия исчисляется десятками процентов!

Обычно специалисты рекомендуют такую последовательность действий: организация учета расхода энергоносителей — организация сервиса — проведение энергоаудита — разработка и реализация программы энергосбережения. Впрочем, это верно лишь для предприятий с современной технологией, где аудитор выявляет возможность сэкономить

несколько процентов электроэнергии и топлива на каждом этапе производства. Если же оборудование изношено, предпочтительней провести предварительный аудит и лишь после выполнения его рекомендаций и устранения неоправданных потерь приступать к установке приборов учета и комплексному аудиту. При таком подходе работа займет больше времени, но обойдется в конечном итоге дешевле и эффект даст гораздо больший. Конечным результатом энергоаудита становится разработка энергетического паспорта предприятия и программы энергосбережения.

**Энергоаудит — необходимая составляющая экономии. При отсутствии учета ресурсов невозможно минимизировать их использование. Экономическая эффективность даже простого энергоаудита весьма велика**

Законы «О саморегулируемых организациях» и «Об энергосбережении» дают право на проведение энергоаудита только членам саморегулируемых организаций в области энергетических обследований, имеющим соответствующее свидетельство, приборное и методическое обеспечение и аттестованный персонал.

Однако аудит — лишь первый этап работы по энергосбережению. Окупятся ли расходы на его проведение, зависит от выполнения рекомендаций auditors, а это потребует вложений и усилий всего коллектива предприятия. В программу энергосбережения включают не только сами энергосберегающие мероприятия, но и принципы их финансирования, документирования всего процесса работы, контроля и оценки результатов, обучения персонала, его мотивации и многие другие моменты.

Основной способ сократить расход ресурсов — это применение современных энергосберегающих технологий.



**Снижение потребления электричества.** Мероприятия по снижению потребления электричества специфичны в разных отраслях промышленности, однако почти всегда включают в себя и ряд общих способов. Для электроприводов различного оборудования — это установка двигателей повышенной экономичности, применение контроллеров мягкого пуска, частотно-регулируемого привода. Для распределительных пунктов и трансформаторов — выравнивание графика нагрузки, установка фильтров, стабилизаторов и компенсаторов реактивной мощности.

Организация экономичного освещения включает в себя замену ламп накаливания на энергосберегающие, применение светодиодных светильников. Например, компактные люминесцентные лампы во многих случаях могут напрямую заменять лампы накаливания. Они имеют в восемь-десять раз больший срок службы, в пять раз большую световую отдачу.

**Уменьшение непроизводительных расходов тепла.** Свою специфику имеет и организация отопления промышленных зданий. Их огромные площади и, особенно, значительная высота, при которой рабочая зона составляет всего 20–30% общего объема цеха, требуют значительных затрат тепловой энергии на отопление. Ведь при этом нагрев 70–80% воздуха, находящегося над рабочей зоной, относится к прямым потерям. Показатели термометра от пола к потолку возрастают, и при нормальной температуре в рабочей зоне воздух под крышей оказывается нагретым до 30°C и более. Это приводит к резкому возрастанию тепловых потерь через крышу и стены. Выходом может стать, например, применение электрического инфракрасного отопления вместо пространственного сегодня воздушного. В этом случае температура вверху будет лишь ненамного выше, чем в рабочей зоне (рост составляет всего 0,3°C на метр), что приведет к снижению тепловых потерь через кровлю и стены, и как итог — к существенному снижению расхода энергии на отопление.

## **В последнее время имеется тенденция использовать специализированные для каждой конкретной задачи материалы**

Наиболее значительная возможность уменьшить энергопотребление предприятия — **модернизация промышленного оборудования.** Автоматизация процессов нагрева, например, в печах различного назначения, позволяет получить экономию топлива до 15% при одновременном повышении качества термообработки. А утилизация тепла отходящих газов даст еще 15–25% экономии. Возможно использование этого тепла для общезаводских нужд (отопление, горячая вода) либо применение дымовых газов одной печи в качестве энергоносителя для другой, температура в рабочем пространстве которой ниже. Наконец, можно использовать отходящие газы для нагрева воздуха горения через рекуператор. Приведем примеры мероприятий, которые практикуются при реконструкции промышленных печей в различных отраслях промышленности (табл. 1).

Разумеется, задача теплоизоляции помещений и оборудования также исключительно важна. Без этого все другие меры не дадут должного эффекта. Рассмотрим более подробно специфику теплоизоляции технологического оборудования и трубопроводов.

### **Теплоизоляция как инструмент экономии**

Необходимо отметить, что теплоизоляция в промышленности дает эффект не только в виде снижения расхода энергоносителей, но и в виде экономии сырья, повышения срока службы оборудования, возможности оптимизации параметров технологического процесса. Приведем несколько примеров, позволяющих оценить масштабы возможной экономии при применении современных теплоизоляционных материалов.

**Промышленная теплоизоляция на примерах.** Так, тепловая изоляция оголовка дымовых труб с газоотводящими стволами из металла снижает скорость

коррозии металла в четыре-шесть раз, а это означает соответствующее увеличение срока службы. Тепло все равно выбрасывается в атмосферу, но такая теплоизоляция снижает тепловые потоки через стенки трубы и предотвращает выпадение конденсата из химически агрессивных веществ на внутренней поверхности металлических стволов.

Другим случаем, когда требуется теплоизоляция, является защита от нагревания различных емкостей. Например, за счет разогрева солнцем стандартного резервуара РВС-5000 с нефтью в течение года происходит выброс через дыхательный клапан более 200 тонн нефтепродуктов различных фракций, что означает потери, выражающиеся в миллионах рублей. Загрязняется атмосфера и повышается пожарная опасность. Поэтому теплоизоляция резервуаров (разумеется, не только с нефтепродуктами) является обязательным мероприятием и дает большой экономический эффект.

Следует обязательно упомянуть и еще одну область, где применяются теплоизоляционные материалы — это футеровка (внутренняя огнеупорная облицовка), с качеством которой тесно связаны теплопотери, к примеру, промышленных печей. Применение для этой цели высокоэффективных волокнистых огнеупорных и теплоизоляционных материалов позволяет достичь:

- экономии энергоносителей до 40% (в печах периодического действия) и до 25% (в печах непрерывного действия);
- снижения массы футеровки печи в десять раз по сравнению с использованием традиционных материалов;
- сокращения времени выхода на рабочий режим до полутора-двух часов;
- увеличения числа теплосмен.

Поэтому затраты на такие мероприятия окупаются за шесть-восемь месяцев. В настоящее время существуют огнеупорные и теплоизоляционные материалы, обеспечивающие надежную работу оборудования при различных температурах. Для температур до 750°C применяют плиты и маты из каменной ваты, до 875°C — перлитокерамику и пенодиатомит, до 1500°C — муллитокремнеземистые материалы.

Хорошие огнеупорные и изоляционные свойства, низкая теплопроводность — общие характеристики перечисленных (в остальном весьма различных) волокнистых материалов. Это и стало причиной их применения для футеровки практически всего парка термического оборудования и замены применявшихся ранее материалов.

#### **Мероприятия при реконструкции промышленных печей**

табл. 1

Мероприятие	Эффект экономии топлива, % от исходного	Срок окупаемости, месяцы
Использование современных газогорелочных устройств (рекуперативных, импульсных горелок)	до 10–15	6–9
Переход на эффективные схемы движения теплоносителя (противоток, принудительная конвекция, рециркуляция продуктов сгорания и т.п.)	до 40	5–8
Применение регенераторных устройств	10–20	6–8

Стенка печи из таких материалов часто выполняется многослойной. Например, внутренний огнеупорный слой (собственно футеровка) — плита из муллитокремнеземистого волокна, второй — перлитобентонитовый кирпич, а третий (изоляция внешнего контура) выполнен в виде плиты из каменной ваты. Причем в каждом слое наилучшим образом используются те или иные качества всех материалов. Для первого — это способность выдерживать очень высокую температуру эксплуатации, второй обеспечивает прочность, у третьего слоя из каменной ваты ниже теплопроводность в конкретном интервале и очень малая инерционность. При этом каменная вата дешевле материалов из двух предыдущих контуров, и это делает ее применение выгодным. Таким образом, многослойные футеровки из волокнистых материалов позволяют обеспечить наилучшее соотношение цены и качества.

**Материалы для промышленной теплоизоляции.** Требования к теплоизоляции большей части трубопроводов и промышленного оборудования содержат нормы СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов». Существуют и специфические требования, задаваемые технологиями каждой отрасли. Так, выбор теплоизоляционного материала определяют и нормы пожарной безопасности для соответствующих отраслей производства. Для промышленной теплоизоляции важны следующие качества:

1. **Высокая теплоизолирующая способность в широком диапазоне температур.**
2. **Негорючесть.** Это свойство является одним из важнейших для всех видов про-

мышленной изоляции. Для многих отраслей (газовая, нефтехимическая, химическая промышленность, производство минеральных удобрений) действующие нормы пожарной безопасности предполагают применение только негорючих материалов в составе теплоизоляционных конструкций для зданий и оборудования основного производства.

3. **Устойчивость к деформациям.** Это, прежде всего, отсутствие усадки на протяжении всего срока службы материала. Можно отметить, что именно отсутствие этого качества привело к отказу от некоторых традиционных материалов.

4. **Экологическая безопасность.** Работающая в условиях высоких температур теплоизоляция не должна выделять различных вредных веществ.

5. **Долговечность.**

**Отдельно можно отметить и теплоизоляцию трубопроводов малого диаметра, которая имеет свои особенности**

В качестве примера материалов, достаточно удачно сочетающих перечисленные выше качества, можно привести изделия из каменной ваты, специально предназначенные для технической изоляции. Этот материал обладает хорошими теплоизоляционными свойствами во всем диапазоне температур применения. Изделия из нее негорючи (класс пожарной опасности КМ0) и применяются также в качестве огнезащиты. Благодаря особой структуре каменная вата обладает хорошими механическими свойства-

ми, в том числе устойчивостью к вибрациям, и сохраняет формостабильность во время эксплуатации. Кроме того, она обладает важной для технической изоляции химической стойкостью по отношению к маслам, растворителям, кислотам, щелочам и биостойкостью.

На российском рынке эти изделия представлены в широком ассортименте. Например, фирма Rockwool (она является мировым лидером в производстве каменной ваты) имеет в ассортименте техническую изоляцию, предназначенную для применения при различной температуре: TEX Mat — до +570°C, Wired Mat 50 — до +650°C. Маты могут быть покрыты алюминиевой фольгой. Некоторые маты дополнительно армируются: например, у Wired Mat одна сторона покрыта сеткой из гальванизированной или нержавеющей проволоки, кроме того, мат прошивается стальной нитью.

Специализированные материалы. В последнее время имеется тенденция использовать специализированные для каждой конкретной задачи материалы. Так, существуют материалы, специально предназначенные для изоляции воздуховодов. В качестве примера можно привести «Ламелла Мат», который представляет собой полосы (ламели) каменной ваты, наклеенные на подложку. При этом волокна ориентированы в основном в направлении, перпендикулярном основанию мата, что придает материалу повышенную жесткость и позволяет сделать более экономичным монтаж на воздуховодах.

Отдельно можно отметить и теплоизоляцию трубопроводов малого диаметра, которая имеет свои особенности. До недавнего времени эта работа представляла собой достаточно непростую задачу и требовала значительных затрат времени. Сегодня же различными производителями выпускаются формованные изделия из каменной ваты: цилиндры диаметром от 18 до 273 мм.

Очевидные преимущества этих изделий — быстрый и легкий монтаж, стабильность формы, низкая теплопроводность, пожарная безопасность, долговечность — стали причиной их широкого распространения. Цилиндры легко поддаются обработке режущим инструментом и могут быть разделены на сегменты необходимой длины.

Основной способ экономии энергоресурсов — использование наиболее современных, качественных материалов и технологий. Это позволяет снизить себестоимость продукции и обеспечить стабильную работу оборудования. ●



www.worldwaferrfree.com

9-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

# МИР КЛИМАТА

CLIMATE WORLD



March 11–14 марта 2013  
Москва, Экспоцентр на Красной Пресне

**ГЛАВНОЕ\* ОТРАСЛЕВОЕ СОБЫТИЕ ГОДА**

СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ / ОТОПЛЕНИЕ / ПРОМЫШЛЕННЫЙ И ТОРГОВЫЙ ХОЛОД  
AIR-CONDITIONING AND VENTILATION / HEATING / INDUSTRIAL AND COMMERCIAL REFRIGERATION

[WWW.CLIMATEXPO.RU](http://WWW.CLIMATEXPO.RU)

Офис Евроэкспо в Москве: ул. Арбат, д. 35  
Тел.: (495) 925 65 61/62, факс: (499) 248 07 34  
E-mail: [climat@euroexpo.ru](mailto:climat@euroexpo.ru)  
Директор проекта: Щукина Вера

ОРГАНИЗАТОРЫ / ORGANIZERS:



ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР ВЫСТАВКИ /  
OFFICIAL SPONSOR OF THE EXHIBITION:



ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПАРТНЕРЫ /  
GENERAL PARTNERS OF THE EXHIBITION:



ОФИЦИАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ ВЫСТАВКИ /  
OFFICIAL PUBLICATION OF THE EXHIBITION:

**МИР КЛИМАТА**  
СИСТЕМА АССОЦИАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ

\* СОГЛАСНО ДАННЫМ ООО «ЕВРОЭКСПО» - НА ОСНОВАНИИ КОЛИЧЕСТВА ПОСЕТИТЕЛЕЙ, ПРОФЕССОР-УЧАСТНИКОВ И СТРАН-УЧАСТНИЦ ВЫСТАВКИ 2012 ГОДА



## Энергетическая независимость объекта недвижимости

В любое время года, независимо от климатических условий, температура в поверхностном слое земли на определенной глубине постоянно держится на примерно одинаковом уровне, каждые 100 м увеличиваясь на 3 °С. При этом на поверхности температура земли может быть любой.

Температура земли на глубине нескольких метров относительно постоянна, таким образом, с помощью геотермальных систем можно обеспечить свой дом постоянным притоком тепловой энергии, за которую не нужно платить. Несомненным плюсом здесь является и то, что энергия, данная самой природой является экологически чистой.

Геотермия (*греч.: geo — земля; therm — тепло*) — это раздел геофизики, изучающий тепловое состояние, распределение температуры и ее источников в недрах Земли, тепловую историю Земли. Геотермальная энергия — это «бесплатная» энергия земли, извлекаемая из почвы, атмосферы или грунтовых вод. Получение такой «бесплатной» энергии все же требует некоторых денежных затрат на геотермальное оборудование, однако крупнейшие инженерные компании предлагают все более доступные решения для массового потребителя, в частности, владельцев загородных домов, а также малых и средних предприятий — небольших офисов, магазинов, складов, АЗС и т.п. Одно из главных достижений разработчиков — сокращение сроков окупаемости этих систем. Геотермальные системы становятся нормой жизни для крупных застройщиков и малого бизнеса.

### Игра на разнице

Энергия земли используется для отопления помещений и подогрева воды. Также с помощью геотермальных установок можно аккумулировать тепловую энергию и охлаждать помещения. Геотермальные системы функционируют по принципу теплообменника. Так, в поверхностном слое земли до 400 м вглубь циркулируют грунтовые воды, которые нагревают почву. В это время термоагент — теплоемкий раствор — проходит подземные области по грунтовому коллектору и собирает энергию или отдает ее. Современная геотермальная система представляет собой комплекс из грунтового теплообменника, системы труб, заполненных теплоемким раствором (например, солевым), и теплового насоса.

Итак, для извлечения тепла из земли пока еще требуется другой вид энергии, в основном, электрической. Однако, затратив на работу 1 кВт, тепловой насос отдает на выходе

примерно 3–4,5 кВт. Выгода очевидна особенно в тех случаях, когда отсутствует возможность подведения магистрального газа, либо использование электрических мощностей ограничено. В последнем случае тепловой насос «увеличит» уже имеющиеся киловатты электричества в несколько раз, и мощности станет достаточно для полноценного отопления, охлаждения и горячего водоснабжения здания. При этом, затраты на электричество не вырастут.

### Какие бывают решения

Сегодня геотермальные установки используют во многих странах для отопления и охлаждения коттеджей, промышленных объектов, деловых центров и т.п., при этом оборудование может использоваться для зданий любой площади. В качестве отопительного оборудования часто используются системы «теплый пол». Оба типа устройств — и тепловой насос, и система напольного отопления — являются низкотемпературными, то есть работают при температурах до 55 °С, что обеспечивает максимальную эффективность. В этом материале речь пойдет об отопительных системах на основе грунтовых тепловых насосов.

Одним из наиболее экономичных решений для организации отопления малоэтажных зданий (коттедж, таунхаус, отдельно стоящие магазин или офис, АЗС, склад) является комбинация «тепловой насос — горизонтальный грунтовой коллектор». Данное решение требует минимального объема капиталовложений, но отличается достаточно высоким КПД.

Для монтажа системы необходимо выделить относительно большую открытую площадь. Коллекторы монтируются на небольшой глубине — до 5 м. Монтаж производится без устройства песчаной подушки, что также минимизирует затраты. Трубопроводная система не требует обслуживания: трубы из перекрестно сшитого полиэтилена, срок службы которых составляет более 50 лет, закладываются один раз. Устройство горизонтальных грунтовых коллекторов для обогрева зданий требует тщательных расчетов, они могут быть ограниченно применены для охлаждения. При проектировании необходимо принимать во внимание температуру и состояние

грунта, рабочие температуры систем отопления/охлаждения — все это оказывает влияние на эффективность и производительность теплового насоса.

Вертикальные грунтовые коллекторы (зонды) — это теплообменники, состоящие из одной или двух параллельных труб U-образной формы, вертикально установленных в грунте. Такой тип коллектора может монтироваться на ограниченной площади практически в любом типе грунта.

Системы с вертикальными коллекторами менее подвержены колебаниям температуры грунта, чем горизонтальные, поскольку на глубине более 15 м она относительно постоянна. Вертикальные грунтовые коллекторы наилучшим образом подходят не только для отопления, но и охлаждения.

Оригинальное и эффективное решение для отопления и охлаждения офисных зданий и крупных промышленных объектов — это энергетические сваи, в которые монтируются один или несколько трубопроводов. Первые здания, опирающиеся на них, были построены в Германии еще в конце прошлого века. С помощью энергетических свай появляется возможность интегрировать геотермальный теплообменник напрямую в свайный фундамент. Сваи могут быть как готовыми (забивные сваи), так и изготавливаться непосредственно на объекте (винтовые или буронабивные сваи из монолитного бетона).

Энергетические сваи рекомендуется использовать в качестве переменного накопителя — для чередования режимов отопления и охлаждения. Энергетические сваи можно считать выгодным вложением для инвесторов, поскольку их установка позволяет совместить затраты на фундамент и устройство грунтового теплообменника, а в последующем экономить на энергопотреблении.

Еще одно решение для организации отопления и охлаждения жилых домов малой и средней площади, небольших промышленных зданий — энергетические корзины, или энергетические петли.

Подобные системы монтируют там, где невозможно установить вертикальный и горизонтальный коллектор, например, в случае невозможности глубокого бурения, или недостатка свободного места.

Энергетические корзины идеально подходят для геотермальных систем без теплового насоса. За счет отсутствия самого дорогостоящего компонента это решение является одним из самых доступных в линейке геотермальных систем. Для нормальной работы станции необходимо всего 3% от потребляемой электроэнергии сплит-системой кондиционирования сопоставимой мощности. Принцип работы Upronor EPG6 основан на том факте, что температура почвы на глубине 2–4 м не поднимается выше 12–13 °C даже в самый жар-

кий летний месяц. Система Upronor EPG6 состоит из циркуляционного насоса с электронным управлением, климат-контроллера, набора датчиков, компактного теплообменника и запорно-регулирующей арматуры. Станция пассивного охлаждения Upronor EPG6 может дополнить уже ранее установленное в здании оборудование, такое как газовый или твердотопливный котел и т.д.

### **Получение «бесплатной» энергии все же требует некоторых денежных затрат на геотермальное оборудование, но оно все более доступно для массового потребителя**

#### **Теория и практика**

В Европе геотермальными системами уже оснащены многие жилые, и промышленные здания, в том числе: общественно-деловой центр Заргенсе (Швейцария), детский дом Orange House of the Tabaluga Children's Foundation в Тутцинге (Германия), офисные комплексы в Германии, промышленные объекты в Швейцарии и др.

Теперь геотермальные установки работают и в России. Так в Центре городского развития Инновационного центра Сколково «Гиперкубе», площадью 6700 м<sup>2</sup>, функционирует геотермальная система, состоящая из теплового насоса Stiebel Eltron и 13 зондов Upronor, длиной 80 м каждый. Тепловой насос обеспечивает здание энергией для отопления, охлаждения и горячего водоснабжения.

Важную роль в выборе системы для отопления/охлаждения объекта в Сколково сыграла энергоэффективность системы. В данном случае геотермальное отопление в 4,5 раза

выгоднее стандартного электрического отопления. Кроме того, в Сколково предъявляются довольно высокие требования к материалам и комплектующим, которые должны использоваться на объекте, и оборудование Upronor и Stiebel Eltron полностью устроило заказчиков.

Другой пример использования геотермальных систем в России: автозаправочная станция «Лукойл» площадью в 336 м<sup>2</sup> во Внуково, где был установлен тепловой насос Stiebel Eltron (32,6 кВт, восемь 60-метровых зондов и система «теплых полов»), что позволило обеспечить отопление, охлаждение и горячее водоснабжение. Для АЗС геотермальная энергия стала идеальным решением с точки зрения эксплуатационных затрат и пожаробезопасности: самое дешевое топливо (газ) на бензоколонках использовать запрещается, а отопление всего комплекса электричеством обходится достаточно дорого.

Тепловые насосы в сочетании с грунтовыми коллекторами успешно применяются в сегменте малоэтажной жилой застройки. По словам Тимура Жаркова, руководителя направления «Системы внутреннего климата» ЗАО «Упонор Рус»: «Сегодня средний срок окупаемости затрат на геотермальную установку составляет шесть-восемь лет, доходя в некоторых случаях до двух-трех лет в зависимости от условий объекта. Использование геотермальной энергии — это простой и экономичный способ отопления и охлаждения помещений, который позволяет не только удовлетворить текущие потребности, но и внести свой посильный вклад в сохранение экологичного будущего нашей планеты. Те, кто применяют данные технологии, уже сейчас оценили преимущество своей независимости от поставщиков энергоносителей».





www.worldwallpaperfree.com

## Современные элементы управления инженерными системами

Сегодня квартиры и коттеджи представляют собой сложный комплекс инженерных систем и всевозможного оборудования, требующий квалифицированной эксплуатации. Но вовсе не обязательно нанимать специалистов обслуживающих организаций, в наши дни управление жилищем можно полностью доверить интеллектуальным устройствам.

«Умный дом» снимет со своих обитателей заботы по обеспечению безопасности, управлению энергоснабжением, отоплением, вентиляцией и кондиционированием. Благодаря современным техническим решениям каждая система работает согласованно с внешними условиями, в оптимальном режиме, экономя время и деньги. Такое жилье избавлено от непрошенных гостей, негативных последствий аварий, нерациональной траты энергоресурсов, а о любом происшествии владелец узнает благодаря дистанционному оповещению.

Самым известным интеллектуальным жильем была и остается вилла Билла Гейтса, где при входе каждый гость получает специальный электронный идентификатор в виде значка, обеспечивающий подключение ко всем информационным службам здания. С его помощью датчики определяют местоположение посетителя. Человека, передвигающегося по дому, сопровождают выбранные им видеопрограммы и музыка, а вечером и ночью — световая волна, образованная автоматически зажигающимися и гаснущими светильниками.

Тенденции Запада постепенно охватывают и нашу страну. Популярность современных элементов управления инженерными системами дома ежегодно растет. Если буквально два-три года назад заказы на автоматизацию частной жилой недвижимости были единичными, то за 2012 год, например, только в МГСУ разработано более 50 проектов. Скорее всего, эта цифра будет расти. Но пока системы интеллектуального управления

**«Умный дом» снимет со своих обитателей заботы по обеспечению безопасности, управлению энергоснабжением, отоплением, вентиляцией и кондиционированием**

зданием не слишком распространены, поэтому многие владельцы недвижимости даже не представляют, какие возможности предоставляет современный уровень развития этой технологии.

Под «Умным домом» следует понимать жилье, автоматизированное для



www.worldwallpaperfree.com

Автор: Евгений САГОРИН,  
инженер-климатехник

удобства и комфорта людей при помощи высокотехнологичных устройств. Такая система умеет распознавать конкретные ситуации, происходящие в помещении, и автоматически на них реагировать, причем все элементы управления связаны друг с другом и работают в едином комплексе.

У жильцов подобного интеллектуального дома нет необходимости пользоваться десятками выключателей или пультов для управления освещением, вентиляцией и кондиционированием. Достаточно один раз выбрать сценарий, в соответствии с которым будет построена работа всего оборудования. Жилье будет реагировать на время суток, погоду, положение человека в помещении, освещенность, температуру, тем самым обеспечивая необходимый и желанный комфорт для всей семьи.

Одним из самых популярных способов реализации концепции интеллектуального здания является технология KNX. Суть ее работы заключается в том, что подключенные к сети абоненты (устройства) могут обмениваться информацией через общий информационный канал (по-другому — шина).

Для того чтобы превратить обычный дом в интеллектуальный, в соответствии с технологией KNX потребуются следующие элементы:

**1. Сенсоры** (датчики и элементы управления) — настенные панели и выключатели, датчики физических величин (температуры, влажности и др.), терморегуляторы, датчики движения и присутствия, таймеры. Они отвечают за регистрацию тех или иных внешних событий, наступление которых должно вызвать определенную ответную реакцию системы. Например, датчик фиксирует повышение температуры и посылает по сети управляющую команду на включение кондиционера.

**2. Исполнительные устройства** (их еще называют активаторами) — световые регуляторы (диммеры), релейные модули, элементы управления жалюзи, радиаторами отопления и др. Они меняют свое состояние (включено/выключено, открыто/закрыто) в соответствии с командами, поступающими от сенсоров, управляя тем самым различным электрооборудованием.

**3. Системные устройства** — блоки питания, контроллеры, интерфейсные и логические модули, шинные соединения и др. Они устанавливаются в отдельном электрическом шкафу и обеспечивают возможность построения и работоспособность сети KNX в целом.



### Нажми на кнопку — получишь результат

Одним из главных преимуществ системы «Умный дом» является централизованное управление всеми инженерными системами. В качестве «пульта» для дома может выступать клавишная панель, напоминающая по виду выключатель. Каждая клавиша отвечает за управление каким-либо прибором, оборудованием (или целой группой) либо активирует последовательность необходимых действий. Есть разработки (например, панель управления Busch-PrüOn), которые дополнительно могут оснащаться TFT-дисплеем 3,5" и поворотным элементом

### Палитры современных производителей помогают реализовать даже самые неожиданные пожелания. Например, выбрать устройство из материалов, имитирующих стекло или драгоценные камни

управления. Первый отображает всю текущую информацию о запущенных программах, выполняемых в доме, а поворотом регулятора легко выбрать необходимые функции в меню. С его помощью можно настраивать разные системы — освещения, жалюзи, климат-контроля, мультимедиа. Пользовательский интерфейс меню очень прост и понятен даже ребенку, кроме того каждый функциональный раздел имеет свой цвет, несущий смысловую нагрузку. Желтый, как солнце — управление освещением; оран-

жевый, как пламя — контроль температуры; синий, как небо — режим жалюзи; пурпурный — для других сценариев, например, включения музыки.

Панели управления становятся неотъемлемой частью интерьера, а иногда и ключевым элементом, привносящим в обстановку дух высоких технологий. Часто предпочтения отдаются изделиям с лаконичным дизайном, выполненным в «классическом» цвете — черном или белом, но порой клиент хочет видеть необычные колористические решения, при этом разные для каждой комнаты. Надо отметить, что палитры современных производителей помогают реализовать даже самые неожиданные пожелания. Например, выбрать устройство, выполненное из материалов, имитирующих стекло или драгоценные камни.

Клавишные элементы подбираются исходя из задач, которые будет выполнять система «Умного дома». «Домашнюю автоматизацию можно строить покомпонентно — выбирать только те функции, которые действительно нужны. Например, объединить систему кондиционирования и отопления или скомбинировать освещение и подъем/опускание жалюзи. Соответственно, в первом случае можно поставить терморегулятор и одноклавишный элемент, при помощи которого можно будет подавать сигнал на отопительный или охлаждающий прибор. А во втором — датчик освещенности и как минимум две клавиши для управления, одна «отвечает» за искусственное освещение, а вторая — за естественное», — поясняет Ольга Евсева, инженер компании «Страта-Юнити».

Целесообразно включать в систему «Умного дома» те устройства, которыми чаще всего приходится управлять: светильники, приборы климат-контроля, мультимедийную технику и др.

Комфортный микроклимат в помещении — это сбалансированное соотношение температуры и влажности воздуха. Технические средства, с помощью которых можно этого достичь, сегодня широко доступны, а задача «Умного дома» — синхронизировать их работу и в каждом конкретном случае выбирать оптимальный сценарий включения/выключения устройств. Например, повышение температуры можно обеспечить при помощи радиаторов, электрических обогревателей и даже кондиционеров. Сегодня сплит-системы работают не только на охлаждение воздуха, но и на обогрев. Существуют модели, которые эффективно обогревают зимой. Например, кондиционеры Gree серии Change Arctic, которые благодаря конструктивным решениям способны работать в режиме обогрева воздуха при температурах до -25°C. При таком разнообразии интеллектуальная система поможет выбрать наиболее эффективный и экономичный вариант.

При включении кондиционера (одного или нескольких) в «Умный дом» управление будет происходить автоматически, без вмешательства человека.

Например, можно настроить сценарий, по которому в жаркое время года сплит-система будет включаться автоматически, при достижении температурой окружающего воздуха определенной величины, или начинать цикл охлаждения, например, за 15 минут до возвращения жильцов с работы. Для того чтобы добиться такой автоматизированности, не понадобится отдельного пульта, кондиционер будет подключен к центру управления всеми инженерными системами дома.

**В зависимости от уровня освещенности интеллектуальные элементы регулируют яркость (накал) ламп, что позволяет экономить электроэнергию**

Аналогичный сценарий можно задать и для работы техники в других системах климат-контроля: например, при индивидуальном теплоснабжении. Зимой отопительный котел будет работать не целый день, а циклами, что позволит значительно сэкономить на оплате коммунальных услуг.

Есть много способов включить освещение в комнате, самый простой из них — нажать выключатель. Но часто

для создания особой атмосферы требуется несколько источников света и, соответственно, целый ряд выключателей. При этом необходимо не только найти достаточно места для установки элементов, но и органично «вписать» их в интерьер комнаты.

Панель управления системой «Умный дом» с легкостью решает задачу создания различных световых сцен, так как в одном элегантно модульном элементе сочетает несколько программируемых выключателей и необходимых датчиков. Автоматическое регулирование освещения происходит следующим образом: человек при помощи меню создает необходимый ему сценарий, в соответствии с которым, например, при наступлении сумерек датчики освещенности и присутствия, установленные в комнате, сразу подают сигнал на включение люстр и светильников.

Достаточно один раз внести эту программу в память устройства, и она будет выполняться автоматически ежедневно (при желании сценарий можно изменить). Также в зависимости от уровня освещенности интеллектуальные элементы регулируют яркость (накал) ламп, что позволяет экономить электроэнергию.

Отдельное место среди прочих интеллектуальных систем в структуре «Умного дома» занимает так называемая «мультирум» (от англ. — «многокомнатный»). Ее уникальные возможности заключаются в одновременном распределении видео- и аудиосигнала по всей площади жилья. «Мультирум» избавляет от необходимости устанавливать в комнатах, на кухне и прочих помещениях полный «комплект» видео- и аудиотехники — телевизор, DVD-проигрыватель, различные медиаплееры, ресивер. Имея панель управления оборудованием, в любой части жилья и в любое время можно наслаждаться музыкой и видеопрограммами. В частном доме установка системы «мультирум» позволяет выводить изображение и звук за пределы жилой территории: например, динамики и экраны можно установить в гараже, подвале или на чердаке.

Для организации «многокомнатной» сети необходимо установить всю необходимую аппаратуру (CD-плееры, DVD-проигрыватели, ресиверы и т.п.) в отдельном вспомогательном помещении в здании. От этой «технологической кладовой» отходят провода, подключающие к сети динамики и мониторы, расположенные в разных частях квартиры или же всего загородного дома. ●





# Присоединяйтесь!

[www.facebook.com](http://www.facebook.com)

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

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



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



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



[www.twitter.com](http://www.twitter.com)



САНТЕХНИКА  
ОТОПЛЕНИЕ  
КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ  
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

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

Читайте нас на iPad и iPhone!

Загружайте приложение COK mobile в App Store



COK mobile



**5–8 ФЕВРАЛЯ**

Крокус Экспо • Москва



# **AQUA-THERM MOSCOW 2013**

**Новые перспективы развития Вашего бизнеса!**

World of  
Water & Spa

## **17-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА**

систем отопления, водоснабжения,  
сантехники, кондиционирования, вентиляции  
и оборудования для бассейнов

Специальный проект:



Организаторы:



[www.aquatherm-moscow.ru](http://www.aquatherm-moscow.ru)

KORADO



KORADO®

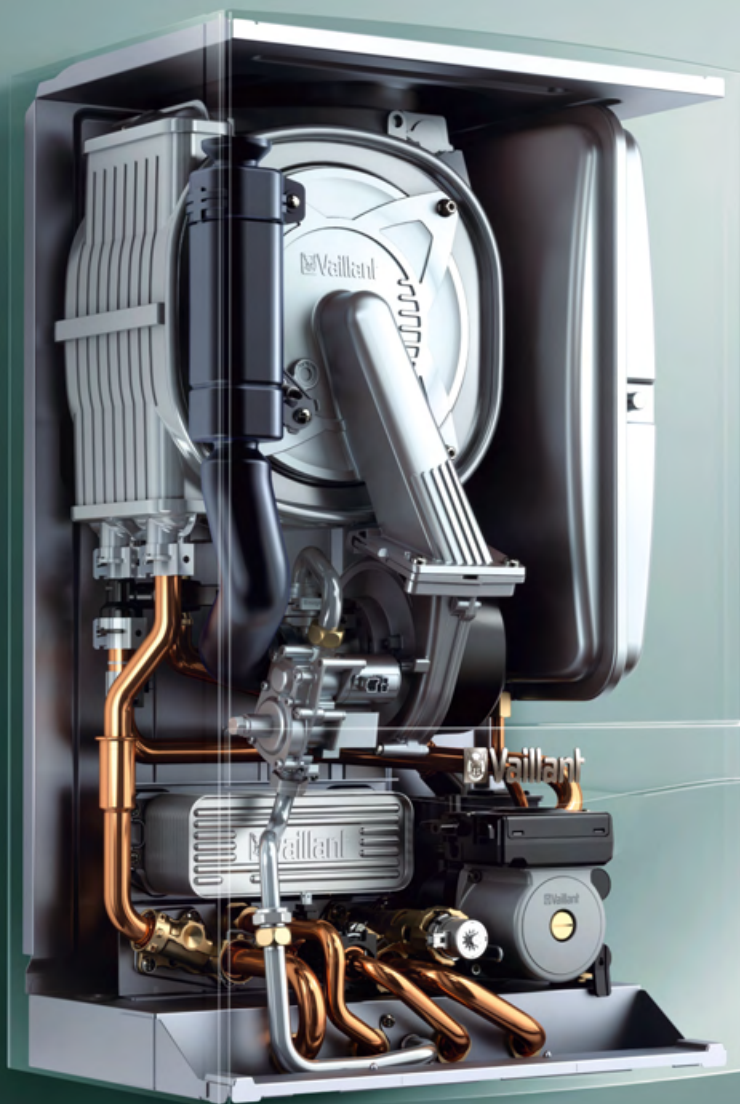


ГЛАВ • ОБЪЕКТ • М®

г. Москва, 119501, ул. Нежинская, д.9  
Тел./факс: 8 495 956 22 20  
info@glavobjekt.ru; www.glavobjekt.ru

## Почему Vaillant?

Потому что истинно немецкий подход к выбору материалов гарантирует безупречное качество нашей продукции



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

### ООО «Вайлант Груп Рус»

#### Представительство в Москве

123423, г.Москва, ул.Народного Ополчения, 34  
Тел./Факс: +7 (495) 788-45-44 / +7 (495) 788-45-65

#### Представительство в Санкт-Петербурге

197022, г.Санкт-Петербург, наб. реки Карповки, 7  
Тел./Факс: +7 (812) 703-00-28 / +7 (812) 703-00-29

#### Представительство в Саратове

410004, г.Саратов, ул.Чернышевского, 60/62А, офис 702  
Тел./Факс: +7 (8452) 29-31-96 / +7 (8452) 29-47-43

#### Представительство в Екатеринбурге

620100, г.Екатеринбург, ул. Восточная, 46  
Тел.: +7 (343) 382-08-38

#### Представительство в Ростове-на-Дону

344056, г.Ростов-на-Дону, ул. Украинская, 51/101, офис 301  
Тел.: +7 (863) 218-13-01

#### Представитель в Новосибирске

Тел.: +7 (913) 702-66-99

#### Представитель на Дальнем Востоке

Тел.: +7 (914) 541-69-41