

сантехника, отопление, кондиционирование



№5 2009  
www.c-o-k.ru

Е ж е м е с я ч н ы й   с п е ц и а л и з и р о в а н н ы й   ж у р н а л



**ПО ПРОШЕСТВИИ ЛЕТ KORADO  
ПРОДОЛЖАЕТ ДАРИТЬ ТЕПЛО**



Реклама



Только настоящее качество проявляет себя через много времени, результатом чего становится опыт многолетнего производства стальных панельных радиаторов RADIK. Качество продукта подтверждается увеличением гарантийного срока с 5 до 10 лет. За период более чем 40 лет было продано свыше 20 миллионов радиаторов. Поэтому Вы можете быть уверены, что не ошиблись, выбрав KORADO.

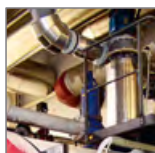


**ГЛАВ-ОБЪЕКТ®**

119501, Москва, ул. Нежинская, д.9  
Тел/факс: + 7 495 956 22 20  
E-mail: info@glavobjekt.ru  
www.glavobjekt.ru



**20**  
*Сильфонные компенсаторы для вертикальных стояков*



**44**  
*Большие перспективы мини-ТЭЦ*



**68**  
*Логика выбора кондиционера*

# ТеплоМаркет

все для уюта и комфорта вашего дома



газовые колонки



## BOSCH



настенные  
газовые котлы



электрические  
водонагреватели



## JUNKERS

Bosch Gruppe



напольные  
газовые котлы



твердотопливные котлы

Поставки  
ОПТОМ И  
в розницу от  
официального  
торгового и  
сервисного  
партнера  
**BOSCH**

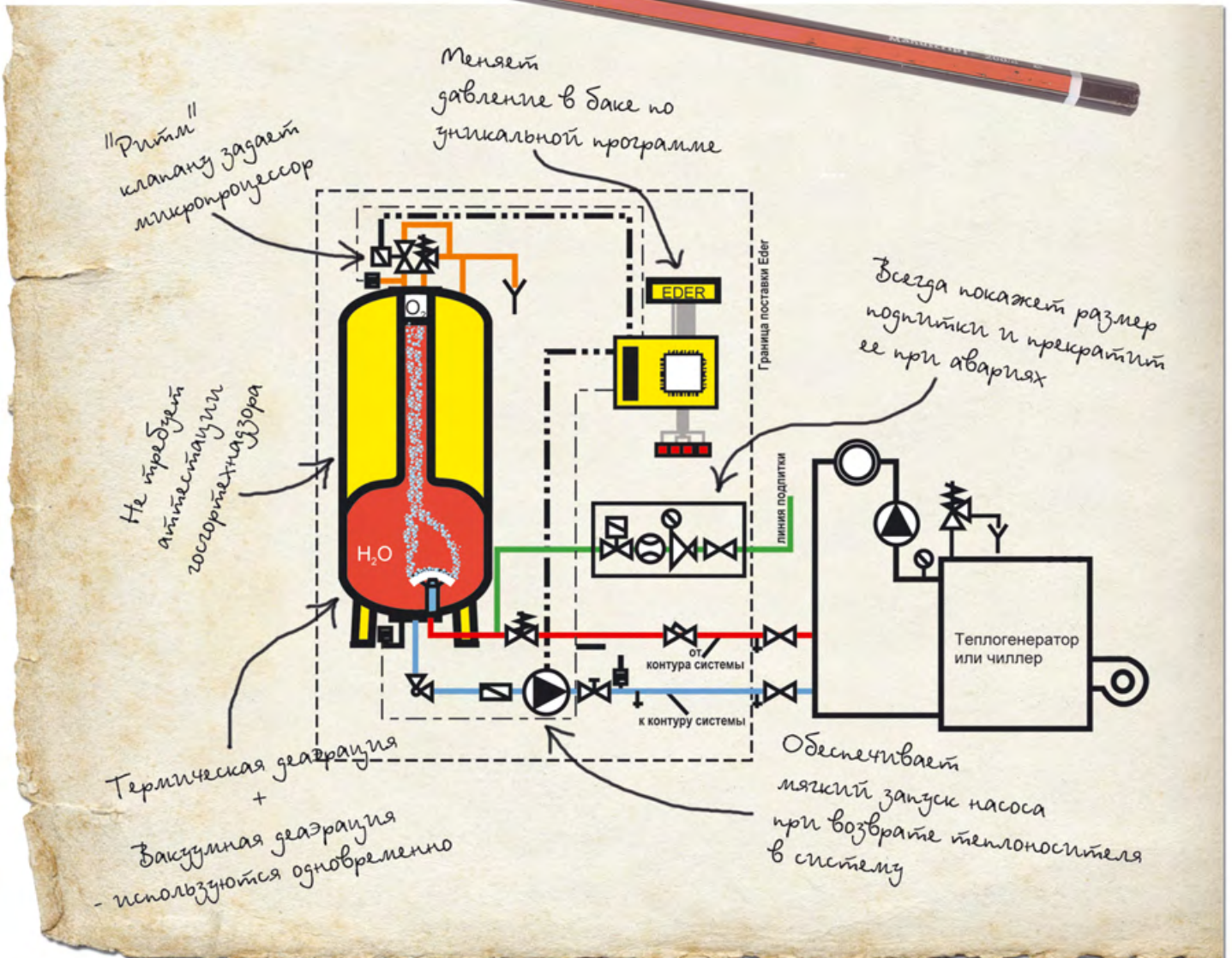
[www.teplomarket.ru](http://www.teplomarket.ru)  
[info@teplomarket.ru](mailto:info@teplomarket.ru)

+7 (495) 647-1433  
+7 (495) 507-5733

г. Москва,  
ул. Талалихина,  
дом 2/1, корп. 5



- ✓ ДЕАЭРАЦИЯ
- ✓ ПОДДЕРЖАНИЕ ДАВЛЕНИЯ
- ✓ КОМПЕНСАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РАСШИРЕНИЙ
- ✓ КОНТРОЛИРУЕМАЯ ПОДПИТКА
- ✓ ЗАПОЛНЕНИЕ СИСТЕМЫ



# Тепло-это наша стихия

[ Воздух ]

[ Вода ]

[ Земля ]

[ Buderus ]



Реклама

Великолепный дизайн и превосходное немецкое качество

## Панельные радиаторы Logatrend

Повышенная надёжность и долговечность за счёт увеличенной толщины стенок

Радиаторы выпускаются с возможностью бокового и нижнего подключения

Модели радиаторов с нижним подключением оснащены инновационными термостат-вентиллями, которые экономят энергию на 5% больше, чем вентили устаревших конструкций



Встроенные вентили с незначительным отклонением регулировки, экономия энергии по DIN V 4701/1  
Тепловая мощность проверена и зарегистрирована по DIN EN 442 - Знак качества RAL для панельных радиаторов  
Отопительные приборы соответствуют требованиям эксплуатационной надёжности по нормам органов страхования от несчастных случаев

**ГИДРОСФЕРА®**  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ

**БАУТЕРМ**  
МАГАЗИНЫ ОТОПЛЕНИЯ

**оптовые продажи**  
Москва: (495) 795 3181  
Санкт-Петербург: (812) 224 0903

**розничные продажи**  
Москва: (495) 665 5555  
Санкт-Петербург: (812) 635 6717

# Buderus



## Сильфонные компенсаторы для вертикальных стояков высотных зданий в российских условиях 20

Каким должен быть хороший сильфонный компенсатор для вертикальных трубопроводов высотных зданий? В чем состоят его функции? Какую конструкцию и какие характеристики он должен иметь? Как его правильно спроектировать и смонтировать?



## Трансформация тепла и процессы охлаждения в системах кондиционирования воздуха 82

В системах кондиционирования воздуха основными процессами являются изменение температуры воздуха путем увеличения или уменьшения его теплосодержания. Реализуется этот процесс трансформаторами тепла, осуществляющими перенос тепловой энергии от источников с более низкой температурой к приемникам с более высокой.



## Рекуператоры тепла вентиляционного воздуха «ТeФo» в зимний период 54

Рекуператоры тепла вентиляционного воздуха предназначены для обеспечения энергосбережения при осуществлении воздухообмена в помещениях. Наиболее остро этот вопрос встает в период зимней эксплуатации, когда разница температур наружного и внутреннего воздуха достигает наибольших значений.

### НОВОСТИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ 4

#### КРИЗИС И БИЗНЕС

Официант на «Титанике» или Что вы сейчас делаете не так? 12

#### САНТЕХНИКА

Обслуживание и мониторинг канализационных насосов 14

Полиэтиленовые трубные модули для бестраншейного восстановления ветхих водоотводящих трубопроводов 16

Сильфонные компенсаторы для вертикальных стояков высотных зданий в российских условиях 20

Полипропиленовые трубы: испытания на прочность 24

Ржавая вода: проблема и решение 26

Водоподготовка методом обратного осмоса 28

#### ОТОПЛЕНИЕ

Метантенки — утилизация отходов с пользой 33

Опыт модернизации тепловых сетей, систем отопления и автоматизации тепловых пунктов 38

Большие перспективы мини-ТЭЦ 44

ВАХI рекомендует каскад 48

Рекуператоры тепла вентиляционного воздуха «ТeФo» в зимний период 54

Энергоэффективные решения от компании Vroen 60

Технологии сбора данных с приборов учета тепла 62

Город энергоэффективного мышления 65

#### КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

Логика выбора кондиционера 68

Фреоновые системы кондиционирования жилья повышенной комфортности 71

Эффективное воздухораспределение — здоровье персонала 74

Кондиционеры Toshiba — хиты продаж 76

Особенности прогнозирования микроклимата в помещениях и зданиях с применением мониторинга параметров микроклимата 78

Трансформация тепла и процессы охлаждения в системах кондиционирования воздуха 82

#### ЧЕТВЕРТАЯ РУБРИКА

ТСЖ: модернизировать, чтобы заработать 90

Теплозащита наружных стен: излишество или необходимость 92



## Метантенки — утилизация отходов с пользой 33

Согласно директиве Европейского Союза все страны-члены ЕС обязаны увеличить переработку своих отходов до 50% от общего объема к декабрю 2010 г. В нашей стране пока такого закона не существует, однако мусор имеется и у нас, и утилизировать его получается далеко не всегда, а без ущерба для экологии вообще крайне редко.

## Эффективное воздухораспределение — здоровье персонала 74

Последнее десятилетие характеризуется значительным повышением уровня комфорта в офисных помещениях. Этому способствовало распространение на рынке отопительно-вентиляционного оборудования, автономных кондиционеров с наружным и внутренним блоками. Однако практика применения таких систем показала некоторые негативные последствия.



«С.О.К.» №5/89 2009 г.

Тираж: 15 000 экз.  
Цена свободная

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

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

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



Отпечатано в типографии  
«Немецкая Фабрика Печати», Россия

Директор  
Смирнов Владимир  
Главный редактор  
Павловский Дмитрий  
Отдел рекламы  
Козлов Евгений  
Строганов Сергей  
Дизайн и верстка  
Головки Роман

Админ. электронной  
версии журнала  
Акмаев Ренат  
Распространение  
и подписка  
Герасименко Дарья  
Представитель  
в Санкт-Петербурге  
Утина Людмила

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

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

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



■ **VAILLANT**  
**Новинки от Vaillant**  
**на SHK Moscow'2009**

С 21 по 24 апреля 2009 г. в выставочном центре «Экспоцентр» прошла ежегодная выставка сантехники, отопления и кондиционирования, на которой, как обычно, посетители смогли ознакомиться с новинками ведущих производителей. Компания Vaillant приняла участие в выставке SHK уже в девятый раз. Вниманию посетителей было представлено пять зон, каждая из которых была посвящена отдельной теме: новинкам оборудования, работающего от возобновляемых источников энергии, сервисному обслуживанию и истории компании. Также посетителям стенда была предоставлена возможность первыми познакомиться с книгой «Гидравлика водяного отопления» из «Библиотеки специалиста Vaillant».

Одно из главных мест в экспозиции Vaillant занял тепловой насос geoTHERM. Это, по сути, неисчерпаемый источник энергии, который безвозмездно находится в распоряжении пользователя. Никаких выбросов вредных веществ: только 25% необходимой для отопления и приготовления горячей воды энергии обеспечивается за счет электрического тока, а остальные 75% извлекаются из окружающей среды.

Также Vaillant продемонстрировал гелиосистемы с солнечными коллекторами auroTHERM, которые оптимально используют энергию Солнца для приготовления горячей воды и, при необходимости, могут поддерживать систему отопления. Единая простая концепция монтажа для трубчатых и плоских коллекторов

с помощью одного вида инструмента облегчает работу специалиста и позволяет сократить время монтажа до минимума.

Мультинакопитель allSTOR — еще один продукт в поколении эффективных технологий Vaillant. Он представляет собой буферную емкость, которая способна накапливать теплоту от любых теплогенераторов, чтобы в дальнейшем использовать ее для отопления и приготовления горячей воды.

Интересная новинка, которая демонстрировалась на стенде Vaillant — pelletные котлы generVIT. Это системы отопления, работающие на экологически чистом виде топлива — древесных пеллетах. Древесные пеллеты (англ. pellets), или топливные гранулы, — это биотопливо, получаемое из отходов деревообрабатывающего производства — опилок и древесной стружки. При сгорании тонны пеллет выделяется приблизительно 5000 кВт·ч теп-

ла, что в полтора раза больше, чем у обычных дров. Основные характеристики generVIT: мощность 13, 20, 30 кВт, автоматическое регулирование сгорания топлива, возможность подключения мультинакопителя allSTOR для приготовления горячей воды, автоматическая очистка теплообменника и накипи на горелке, большая емкость для золы с удобным доступом спереди.

Водонагреватель с послойным нагревом воды actoSTOR VIH RL идеально подойдет для автономного горячего водоснабжения многоквартирного подъезда или частных домов с повышенными требованиями к комфорту. В комбинации с новыми регуляторами от Vaillant calorMATIC 630/2 он может использоваться с любым отопительным котлом. Запатентованный метод ActoNomic послойного нагрева воды скоростным теплообменником обеспечивает быстрое приготовление больших объемов горячей воды с заданной температурой и высокоэффективным использованием теплоты конденсации. Основные характеристики actoSTOR VIH RL: низкая температура в обратной линии для использования «скрытой» теплоты конденсации, объем 300, 400 и 500 л, возможность комбинации с 60- и 120-киловаттными теплообменными модулями для повышения производительности в проточном режиме и более точного согласования с теплогенератором.

На стенде Vaillant можно было увидеть и устройство vnetDIALOG, которое позволяет сервисному специалисту дистанционно (по каналам GSM) контролировать отопительную систему дома. Если в работе котла возникает неполадка, на мобильный телефон или электронную почту специалиста поступает мгновенное уведомление с кодом неисправности. Если неполадку не удается устранить удаленно, специалист приедет с заранее поставленным «диагнозом» и с необходимым комплектом инструментов и запчастей.



■ **КОМПАНИЯ АДЛ**

**Насосное оборудование Capragi — на строительстве Богучанской ГЭС**



Компания АДЛ поставила насосное оборудование Capragi (Италия), своего давнего европейского партнера, для вспомогательных работ на строительстве Богучанской ГЭС (один из приоритетных проектов Красноярского края). Богучанская ГЭС является крупнейшим объектом гидротехнического строительства в России, и согласно утвержденной инвестиционной программе первые гидроагрегаты станции должны быть пущены в конце 2010 г. (первоначально мощность составит 1000 МВт). Ввод в эксплуатацию Богучанской ГЭС позволит начать активное развитие экономики Нижнего Приангарья.

Погружные насосы Capragi серии KC+ (KCD 200NA на 25 кВт и KCM 250RA на 51 кВт) активно используются для водоотведения на строительстве гидротехнических сооружений Богучанской ГЭС: на данный момент оборудование положительно зарекомендовало себя при осушении шлюзовой камеры и котлована нижнего бьефа. Электронасосы серии KC+ специально сконструированы для перекачивания жидкости и работы в погруженном состоянии, при этом в среде допускается содержание газов, плотных твердых частиц и длиноволокнистых материалов. Их отличает возможность работы как в стационарном, так и в мобильном режимах, а также двойной ресурс электродвигателя благодаря сдвоенному механическому салнику.

Поставленные насосные агрегаты проявили себя как малогабаритное, малолитражное и надежное оборудование, с высоким уровнем производительности и энергосбережения. Участие в строительстве Богучанской ГЭС является для Компании АДЛ очень важным и крупным проектом и свидетельствует о готовности компании к работе с предприятиями постоянно развивающегося российского гидроэнергетического рынка.

**Компания АДЛ**  
 Разработка, производство и поставки промышленного оборудования  
 Тел. (495) 937-89-68  
 Факс: (495) 933-85-01, 933-85-02  
 E-mail: info@adl.ru, www.adl.ru  
 интернет-магазин: www.valve.ru

■ **«ТЭСТО РУС»**

**«Тэсто Рус» на выставке SHK Moscow'2009**

На международной специализированной выставке SHK Moscow'2009, которая прошла с 21 по 24 апреля 2008 г. в «Экспоцентре», компания «Тэсто Рус» — дочернее предприятие мирового лидера в производстве портативных измерительных приборов Testo AG (Германия), продемонстрировала свои технологические новинки для рынка отопления, вентиляции и кондиционирования. Посетителям стенда были представлены: анемометры, гигрометры, манометры, газоанализаторы, тепловизоры и другое оборудование Testo.



Большим вниманием посетителей на выставке пользовалась новинка 2009 г. — обновленные версии тепловизоров Testo 880. Тепловизоры Testo 880 с 2009 г. оснащены множеством новых функций, таких как: автоматическое распознавание горячей/холодной точки, быстрая настройка коэффициента излучения, позволяющая наблюдать изменение теплового изображения в режиме реального времени, ручной запуск самокалибровки тепловизора.

Всеобщее внимание на стенде привлекали газоанализаторы testo 330-1LL/-2LL, testo 372-2, testo 350-S/-XL, testo 335 с новинкой 2009 г. — функцией передачи данных по каналу Bluetooth. Коммуникация с персональным компьютером теперь может осуществляться беспроводным способом.

На стенде компании впервые была представлена новинка 2009 г. — система мониторинга измеренных значений температуры и влажности Testo Saveris, которая призвана стать идеальным помощником для осуществления непрерывного контроля условий окружающей среды.

Testo Saveris является первой системой на рынке, предлагающей возможность параллельного использования радиозондов

(2,4 МГц) и Ethernet-зондов в одной системе; предлагает безопасность и легкость в эксплуатации наряду с полностью автоматизированной системой сбора данных и системой рассылки оповещений в выходе из заданного интервала посредством SMS, электронной почтой или через релейные выходы.

Российское отделение Testo AG — ООО «Тэсто Рус» осуществляет сервис, гарантийное и послегарантийное обслуживание приборов на территории России, квалифицированные специалисты оказывают каждому покупателю качественную техническую поддержку по оборудованию testo.

■ **«ПРОПЛЕКС»**

**«Проплекс» предлагает сэкономить 200 тыс. рублей в год**

В начале апреля 2009 г. Группа компаний «Проплекс», один из основателей российского рынка ПВХ-профилей, в рамках программы поддержки партнеров предоставила бесплатную интернет-площадку для своих переработчиков. Это позволит производителям окон сэкономить до 200 тыс. руб. в год на создании и администрировании собственных сайтов.

Программа направлена на поддержку оконных компаний в регионах, где лишь 15% переработчиков имеют свои сайты. Низкий процент объясняется дополнительными затратами на обслуживание ресурса (около 10–15 тыс. руб. в месяц).

За счет бесплатного использования интернет-площадки «Проплекс» партнеры могут повысить собственную активность в Сети, не тратя на это свои средства. Переработчикам предоставляется возможность размещать новости, контактную информацию, фотографии референс-объектов.

*«Исследования показывают, что интернет как информационный ресурс в регионах задействован не достаточно. Именно поэтому, мы решили помочь в этом вопросе нашим партнерам. В качестве интернет-площадок мы предлагаем два сайта «Проплекс». Используя возможности уже раскрученных ресурсов (1,5–2 тыс. посетителей в день), наши переработчики смогут сократить свои затраты на продвижение. А сэкономленные средства направят, например, на сохранение рабочих мест или развитие бизнеса. Предложение уже нашло отклик в среде переработчиков. За последние два месяца число предоставленных контактов увеличилось на 23 компании», — прокомментировала Наталья Буланова, руководитель отдела маркетинга и рекламы компании «Проплекс».*

## ■ КОМПАНИЯ АДЛ

### Увеличение производительности насосов DP-Pumps



Компания АДЛ дополнила линейку многоступенчатых насосов DP-Pumps (Нидерланды) более производительной серией — DPV85, которая воплотила в себе все новейшие разработки и имеет следующие преимущества: максимально высокий уровень КПД; низкое энергопотребление при высоких рабочих характеристиках; широчайший диапазон температур и давлений — от -30 до 140 °С, до 40 бар; низкий NPSH — 2,9 м; большой выбор опций; легкая замена уплотнений без необходимости разбирать насос; материалы высочайшего качества; гидравлическая часть из нержавеющей стали AISI 304 (серии DPVC и DPV) и AISI 316 (серия DPVS). Основные технические характеристики насосов DPV85:  $Q_{\max} = 110 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H_{\max} = 175 \text{ м}$ .

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

## ■ «АРКТОС»

### Новая решетка АРМ...М

В ассортименте компании «Арктос» появилась новая вентиляционная решетка АРМ...М. Она изготовлена из алюминия и снабжена одним рядом индивидуально регулируемых жалюзи, что позволяет изменять направление и (или) характеристики приточной струи, и регулятором расхода воздуха. В решетке применено новое решение привода жалюзи регулятора. Регулировка жалюзи осуществляется при помощи поворотного флажка с удобным доступом, не требующим дополнительных инструментов или приспособлений. Решетка пред-



назначена для подачи и удаления воздуха в жилых, административных, общественных и производственных помещений.

Монтаж решетки возможен как настенный, так и потолочный. Настенный монтаж осуществляется с помощью пружинных фиксаторов. Дополнительно для удобства установки решетки могут комплектоваться монтажной рамой. Потолочный монтаж рекомендуется производить с помощью самонарезающих винтов.

Решетка АРМ...М окрашена методом порошкового напыления в белый цвет (RAL 9016), по заказу возможна окраска в любой цвет по каталогу RAL или текстурирование. Минимальный размер решетки 100×100 мм, максимальный размер 1200×1100 мм, шаг 50 мм.

## ■ POLAR BEAR

### Новые осушители для бассейнов Polar Bear SDM и SDK

Компания Polar Bear начала поставки новых осушителей воздуха SDM и SDK для бассейнов с производительностью осушения от 49 до 128 л в сутки. Осушители предназначены для осушения воздуха в помещениях небольших бассейнов, их отличает высокая производительность, низкое энергопотребление и современный внешний вид. Настенные осушители SDM устанавливаются непосредственно в помещениях бассейнов. Они собраны в прочном шумоизолированном корпусе из высококачественной оцинкованной стали и окрашены методом порошкового напыления в белый цвет (RAL 9016). Управление осушителем осуществляется при помощи встроенного гигростата с ЖК-дисплеем. Осушители SDK являются функциональными аналогами SDM, но предназначены для монтажа в смежном с бассейном техническом помещении. Такое размещение осушителя позволяет сохранить без изменения дизайн помещения бассейна, в котором устанавливаются только декоративные решетки для забора и подачи воздуха. Управление осушителем осуществляется при помощи внешнего гигростата, установленного в помещении бассейна. Все модели снабжены моющими воздушными фильтрами.

## ■ GRUNDFOS

### Grundfos предлагает аудит насосных систем

Компания Grundfos, ведущий мировой производитель насосного оборудования, первой в России предлагает новую услугу — аудит на-

сосных систем (АНС). Подобная проверка поможет оптимизировать и сократить затраты предприятий на электроэнергию. «Не секрет, что почти 20% мирового потребления электроэнергии приходится на насосное оборудование», — говорит Алексей Рябов, ведущий инженер службы сервиса компании Grundfos. — Однако от 40 до 60 процентов электроэнергии, потребляемой насосами, может быть сохране-



но! Главное вовремя выявить и устранить существующие недостатки. Именно для этого и необходим аудит насосных систем».

АНС, проводимый специалистами компании Grundfos, включает в себя:

- анализ режимов работы насосных систем и потребления электроэнергии, а также проведение в случае необходимости измерений на объекте с помощью специального оборудования — полученные данные накапливаются для последующего анализа и подготовки рекомендаций; оценку экономической целесообразности замены насосов на более энергоэффективные;
- оптимизацию капиталовложений в модернизацию и расчет точного срока возврата инвестиций.

Главный инструмент аудита — программно-аппаратный Мобильный измерительный комплекс (МИК) — разработан специалистами компании Grundfos. Он состоит из ваттметра, ультразвукового расходомера, регистратора показаний, цифровых и аналоговых датчиков, а также специального программного обеспечения. Полученные с помощью МИКа данные демонстрируют реальное энергопотребление обследуемых насосных систем и способы его оптимизации.

«Мобильными измерительными комплексами обеспечены все региональные представительства нашей компании. Так что мы можем провести аудит в любом регионе России и Белоруссии», — сообщил Алексей Рябов.

Специалисты Grundfos уже обследовали 63 объекта, в основном водоканалы и предприятия ЖКХ в Подольске, Ярославле, Екатеринбурге, Владивостоке, на Сахалине и в других городах. Результаты проведенных обследований показали, что замена старого насосного оборудования на новое, более энергоэффективное, позволяет существенно сократить расходы на электроэнергию.



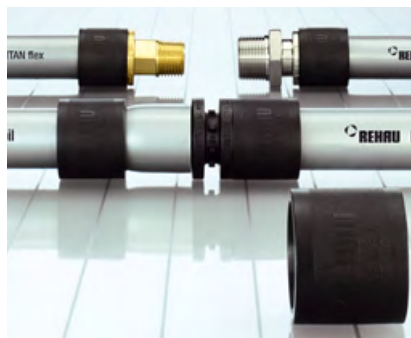


■ **LG ELECTRONICS**  
**Klebio и Glory Inverter**  
**от LG Electronics**

Компания LG Electronics (LG), представляет на российском рынке новые серии бытовых систем Klebio и Glory Inverter, сочетающие в себе привлекательный внешний вид и полезные для здоровья функции. В этих бытовых системах кондиционирования воздуха в дополнение к уже зарекомендовавшему себя высокоэффективному воздушному фильтру Neo Plasma, применен и новый антиаллергенный фильтр Allergy Free. Он состоит из органических и неорганических звеньев, связывающих основу с нанесенными на нее энзимами, поглощающими аллергены. В жилых помещениях всегда присутствует домашняя пыль, которая состоит из мельчайших частиц тканей, одежды, кусочков дерева, металла, шерсти домашних животных, неидентифицированных органических элементов и пр. Кроме того в домашней пыли содержатся десятки представителей микрочлещей, обладающих выраженной аллергенной активностью, для которых пыль является естественной средой обитания. Все это, взятое по отдельности или в комплексе, может вызвать аллергию. Когда воздух, циркулирующий через внутренний блок кондиционера, проходит через фильтр, аллергены оседают на фильтре, а затем деактивируются энзимами. Процесс удаления аллергенов из воздуха показан на рисунке. Применение этого фильтра одобрено британским фондом по исследованию аллергии (BAF — British Allergy Foundation). В сериях Klebio и Glory Inverter корпуса внутренних блоков и монтажные пластины модифицированы таким образом, что пространство для укладки соединительных и дренажного трубопроводов значительно увеличено. Это обеспечивает более высокую технологичность монтажа и более плотное прилегание блока к стене, что в комплексе с технологией производства теплообменника и вентилятора внутреннего блока, обеспечивает значительное улучшение шумовых характеристик. Так, в ночном режиме работы уровень шума

внутреннего блока не превышает значения в 20 дБ, что практически соответствует порогу чувствительности человеческого слуха. В новых кондиционерах применена функция Smart Clean. Она активируется с пульта дистанционного управления, и встроенная во внутренний блок механическая система с определенной периодичностью чистит теплообменник, удаляя с его поверхности домашнюю пыль, которая скапливается в специальном контейнере. Необходимость очистки контейнера возникает реже, чем раз в год.

■ **REHAU**  
**Новое поколение Rautitan от Rehau**



В марте 2009 г. на выставке ISH'2009 во Франкфурте состоялась мировая премьера нового поколения трубопроводной системы для водоснабжения и отопления Rehau Rautitan с полностью полимерным соединением. Еще ранее новая версия уже зарекомендовавшей себя на рынке системы Rautitan была представлена на выставке Aqua-Therm'2009 в Москве. Сердцем обновленной системы являются высокопрочные полимерные фасонные части Rautitan PX Дн 16–40, с помощью которых Rehau оптимизировала проверенную десятилетиями технику соединения на подвижной гильзе. Надвижные гильзы Rautitan PX изготавливаются из PVDF (поливинилдефторид), а фитинги — из PPSU (полифенилсульфон). Оба этих высококачественных полимерных материала уже проявили себя в различных областях, например, в авиастроении и в условиях особо чистых помещений. Материалы обладают следующими свойствами: выдерживают долговременные нагрузки на растяжение, устойчивы к химическим и температурным воздействиям. Фасонные части Rautitan PX имеют малый вес и могут применяться при низких температурах — до -10 °С. Несмотря на малый вес фитингов Rautitan PX из PPSU (полифенилсульфон), они чрезмерно прочны и устойчивы к механическим нагрузкам. Большой размер внутреннего диаметра

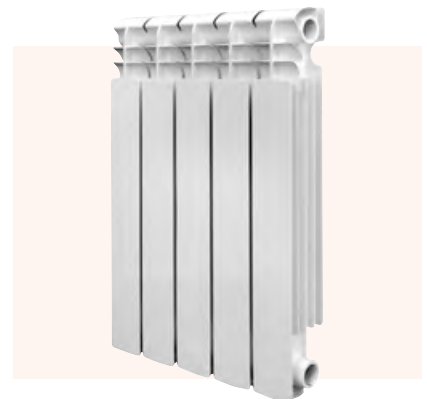
фитинга обеспечивает оптимальные гидравлические характеристики системы. Коррозионные отложения на фитингах Rautitan PX, в отличие от металлических, исключены. Кроме того, материал PPSU менее подвержен образованию зарастаний (налета) и является совершенно безопасным с гигиенической точки зрения.

В отличие от классических надвижных гильз Rautitan из латуни, полимерные надвижные гильзы можно запрессовывать любой стороной. Благодаря эластичности материала необходимо прилагать меньшее усилие для запрессовки. Для монтажа систем водоснабжения и отопления с полимерной подвижной гильзой применяются также фитинги из нержавеющей стали (Rautitan SX), латуни (Rautitan MX) и бронзы (Rautitan RX).

Высокое качество полимерной трубопроводной системы для водоснабжения и отопления Rehau Rautitan подтверждается известными сертификационными институтами: DVGW, SKZ, DIN CERTCO, VGW и «Ростест».

■ **«ТАЙПИТ»**  
**Российские алюминиевые радиаторы Viva**

Компания «Тайпит» представляет модель новых российских алюминиевых радиаторов Viva от RTC Group. Радиаторы изготавливаются методом литья под давлением из уникального алюминиевого сплава, прошедшего модификацию, дегазацию и фильтрацию. Все секции прошли особую антикоррозионную подготовку как внутренних, так и внешних поверхностей.



Многоступенчатая окраска на высокотехнологичной японской покрасочной линии позволяет получать стойкое лакокрасочное покрытие. Радиаторы прошли испытания в НИИ Сантехники (г. Москва) и получили рекомендации по применению. Гарантия на радиаторы RTCgroup Viva составляет 10 лет, срок службы — более 25 лет.



■ **Gladiator: теперь и в Санкт-Петербурге**

17 апреля, в рамках международного строительного форума «Интерстройэкспо'2009» специалисты компании «Русклимат» представили петербургскому инженерному рынку новую систему трубопроводов из сшитого полиэтилена — Gladiator.

Отметим, что система трубопроводов Gladiator пока не имеет аналогов на российском рынке отопления и водоснабжения. Уникальная технология Monosil, которая является основой производства труб Gladiator, пока лишь частично используется ведущими производителями металлополимерных труб.

Основа труб Gladiator — молекулярно-сшитый полиэтилен PEX-b (уникальный метод сшивки Monosil, разработанный компанией Nokia Mailefer S.A.). Материал получают в сложном производственном процессе, при котором отдельные молекулярные цепочки полиэтилена срощиваются в трехмерную структуру. В микроскопическом масштабе это напоминает действие невидимых застежек-молний. Благодаря «сшитому» полиэтилену, пластиковые трубы спокойно выдерживают температуру до 95 °С и высокое рабочее давление. Трубы из PEX обладают так называемым «эффектом памяти», т.е. свойством восстанавливать исходную форму после деформации, имеют долгий срок службы (50 лет).

Широкий ассортимент системы Gladiator позволяет спроектировать наиболее оптимальную инженерную систему для конкретного объекта. А применение в ней уникальной аксиальной техники соединения трубопроводов, гарантирует 100% герметичность системы, что позволяет данное соединение замноличивать в строительных конструкциях.

Более двух с половиной лет на российском рынке, сотни объектов, жилого, промышленного и коммерческого назначения спроектированы на системе Gladiator. За выбор этих трубопроводов отвечают следующие пре-

имущества: высокая устойчивость к термодинамическим воздействиям, абсолютная герметичность, минимальное температурное удлинение, минимальные потери потока, высокая долговечность материала, скрытый монтаж, отсутствие заужения в местах соединения, экологическая и гигиеническая безопасность, широкий ассортимент труб и фитингов.

■ **Grundfos покоряет рынок США**



Американская корпорация Yeomans Chicago Corporation (YCC), специализирующаяся на производстве дренажных насосов, с декабря 2008 г. входит в концерн Grundfos. Это уже третье приобретение европейского производителя на североамериканском континенте: в 2006 г. Grundfos купил Peco, производителя насосов для водоснабжения, водоотведения и кондиционирования зданий, а в 2007 г. — изготовителя пожарных насосов Peerless. Основанная в 1898 г., компания Yeomans Chicago Corporation насчитывает на сегодняшний день 80 сотрудников и имеет годовую оборот \$ 20 млн. На рынке США она присутствует с дренажными насосами средней мощности (бренды Yeomans и Chicago), а также изготавливаемыми в соответствии с индивидуальными проектами дренажными насосами большой мощности (торговая марка Morris). Сорен Соренсен (Soren Sorensen), вице-президент концерна Grundfos, ответственный за бизнес в Северной Америке, уверен в значительном потенциале рынка насосного оборудования США: «Мы рады, что Yeomans Chicago Corporation теперь является частью концерна Grundfos, и что мы смогли преодолеть эту веху в нашей стратегии по завоеванию рынка Соединенных Штатов».

Муниципальный рынок дренажных насосов в США оценивается на уровне \$ 2 млрд. Со-

гласно прогнозам, рост рынка в ближайшие годы должен составить 5% за счет ветхой коммунальной инфраструктуры, новых законов, касающихся сточных вод, и изменяющейся демографической структуры. С приобретением YCC Grundfos намерен в 2009 г. играть лидирующую роль на американском рынке коммунального водоснабжения и канализации.

■ **«ДАНФОСС» Капремонт домов в столице — по технологиям «Данфосс»**

14 апреля 2009 г. специалисты компании провели «Данфосс» семинар для представителей проектных организаций на базе собственного обучающего центра «Данфосс» в Нахабино, Московская обл. Ранее, на совещании в ОАО «Московская объединенная энергетическая компания» (ОАО «МОЭК») 8 апреля, руководству компании было поручено провести данное мероприятие представителями Департамента капитального ремонта жилищного фонда города Москвы. В программу семинара вошла поэтапная разработка проекта по привязке автоматизированных узлов управления на базе типового альбома АУУ, разработанного ГУП «Мосжилниипроект», для капитального ремонта домов в рамках реализации Постановления Правительства г. Москва №1032-ПП «О городской программе по капитальному ремонту многоквартирных домов г. Москвы» по адресной программе 2009 г. Во время семинара специалисты «Данфосс» показали, как осуществить привязку типовых проектов АУУ в полном соответствии с рекомендациями ОАО «МОЭК».

Реализованные ранее компанией «Данфосс» проекты по модернизации тепловых сетей в России показали экономический эффект за счет энергосбережения в первый же год от 22 до 45% от объема капиталовложений на различных объектах.



## ■ STIEBEL ELTRON

### Семинар по тепловым насосам



Выступающие (слева направо): Сергей Визиров, руководитель отдела «Тепловые насосы» ООО «Штибель Эльтрон» (Россия) и Ingo Hamann, technical training manager Stiebel Eltron International GmbH

Именно этой теме была посвящена конференция «Тепловые насосы Stiebel Eltron. Инженерные системы обогрева и охлаждения Rehau», которая состоялась в Москве 18 мая 2009 г. при информационной поддержке журнала «С.О.К.». Мероприятие было организовано в формате открытого диалога между представителями компаний, специализирующихся на продаже, проектировании, монтаже и сервисе современных климатических систем и специалистами Stiebel Eltron и Rehau, ведущих европейских производителей оборудования, использующего возобновляемую энергию.



Сегодня в России наиболее распространены радиаторные технологии и воздушные методы отопления, вентиляции и кондиционирования на основе сплит-систем и систем «чиллер-фанкойл». Каждая из них обладает как достоинствами, так и недостатками. Однако удорожание энергоресурсов, новые требования потребителей к комфорту и экономичности дают толчок развитию и внедрению на отечественном рынке новых технологий, основанных на использовании теплонасосных установок. Суть их состоит в переносе низкотемпературной теплоты, непригодной для прямого использования, на более высокотемпературный уровень. По аналогии с водяными насосами, перекачивающими воду, тепловые насосы «перекачивают» тепло.

Участники семинара смогли подробно ознакомиться с принципом действия тепловых насосов, их типами, а также широким ассортиментом этих приборов, предлагаемым Stiebel Eltron на территории РФ. В модельный ряд тепловых насосов от Stiebel Eltron входит множество приборов, способных решать самые разные задачи. Среди них — одно- и трехфазные приборы «воздух–вода», трехфазные насосы «воздух–вода» с режимом охлаждения, трехфазные насосы «воздух–вода» для ГВС, одно- и трехфазные насосы «солевой раствор–вода», одно- и трехфазные насосы «солевой раствор–вода» для каскадной установки и дополнительное оборудование.

Отдельная презентация была посвящена техническим вопросам эксплуатации и проектирования систем отопления на базе тепловых насосов Stiebel Eltron. Среди них: основы подбора тепловых насосов, основные элементы их обвязки, особенности проектирования и монтажа единых систем обогрева и охлаждения зданий на основе трубопроводов Rehau в сочетании с тепловыми насосами. Также участникам семинара были представлены технологические решения Stiebel Eltron для отбора теплоты грунта (геозонды, геokolлекторы, энергетические сваи, а также геозонды Helix Rehau).

Завершился семинар уникальным обзором практического опыта применения единых систем обогрева и охлаждения Rehau с использованием геотермии и тепловых насосов в климатических условиях России.

Тепловые насосы Stiebel Eltron дают четкие ответы на наиболее актуальные требования современного рынка и являются в свою очередь приемлемыми, экономичными и энергоэффективными решениями. Применение тепловых насосов позволяет достичь высоких результатов в плане энергосбережения и общей эффективности, следует лишь учитывать, что при внедрении этих систем придется уделить особое внимание проектированию и тепловым расчетам. При грамотном подборе оборудования и квалифицированном монтаже срок окупаемости тепловых насосов составит Stiebel Eltron не более 6–8 сезонов.

Soler&Palau



представляет

## Круглые канальные вентиляторы VENT:

- рабочее колесо с загнутыми назад лопатками;
- однофазные и трехфазные электродвигатели (IP44, класса В);
- встроенная защита от перегрева;
- шариковые подшипники, не требующие обслуживания;
- девять типоразмеров, включая 355 и 400.



Официальный дистрибьютор  
**Soler&Palau** в России —  
компания **Благовест**

Дополнительная информация — на сайте

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

или по телефонам

**в Москве:**

(495) 645-82-88, 645-82-89;

**в Санкт-Петербурге:**

(812) 227-42-79, 329-93-93;

**в Нижнем Новгороде:**

(831) 278-49-27, 421-52-37;

**в Новосибирске:**

(383) 224-19-38, 224-83-47;

**в Казани:** (843) 527-66-28;

**в Воронеже:** (4732) 39-64-33;

**в Оренбурге:** (3532) 99-59-25;

**в Астрахани:** (8512) 30-86-67, 30-73-74.

Реклама

**БЛАГОВЕСТ**  
вентиляция и кондиционирование



### ■ Гибридная электростанция: ветер, биогаз и водород

Федеральный канцлер ФРГ Ангела Меркель (Angela Merkel) и премьер-министр Германии Маттиас Платцек (Matthias Platzeck) 22 апреля 2009 г. заложили первый камень в основание первой промышленной гибридной электростанции, которая будет производить электроэнергию из нескольких возобновляемых источников: ветряной энергии, биогаза и водорода. Общие инвестиции в проект превышают 21 млн евро. Разработкой и строительством занимается концерн Enertrag AG, одно из ведущих европейских предприятий в области ветроэнергетики, в сотрудничестве с Штральзундским институтом (FH Stralsund), Брауншвейгским техническим университетом (TU Braunschweig), Бранденбургским техническим университетом «Коттбус» (BTU Cottbus), Total Deutschland GmbH и Немецкой ассоциацией водородных технологий (Deutsche Wasserstoff-Verband).

Конструкция электростанции предусматривает три ветряка общей мощностью 6000 кВт. Если они произведут больше электроэнергии, чем требуется, лишняя пойдет в 500-киловаттный электролизер, генерирующий безвредный для окружающей среды водород. Во время безветрия или при повышенной потребности в электроэнергии этот водород смешивается с производимым здесь же биогазом и в двухмодульной блочной газовой теплоэлектростанции превращается в тепло и энергию. Таким образом, кроме относительной ветронезависимости гибридная электростанция обладает еще и преимуществом замены до 70% биогаза водородом. Это позволит снизить влияние количества и качества поступившей биомассы на производительность установки. Йорг Мюллер (Jorg Muller), председатель правления Enertrag AG, отмечает также преимущество регенеративного производства водорода перед другими способами: «Лишь электролизный способ производства

водорода с использованием электроэнергии из возобновляемых источников является экологически безвредным. При получении водорода из полезных ископаемых или же с использованием электроэнергии, полученной традиционным способом, выделяется большое количество углекислого газа. Даже больше, чем при прямом использовании того же природного газа для производства энергии».

### ■ В Ростове-на-Дону будет построен завод по сжиганию илового осадка

Завершен организованный ОАО «Евразийский» закрытый конкурс на право заключения договора генерального подряда на строительство завода по сжиганию илового осадка очистных сооружений канализации города Ростова-на-Дону. Организаторы получили пять квалифицированных конкурсных предложений от следующих компаний: Vatag, Degremont, OTV, UWA и Vomme и приступили к процедуре их оценки. Критериями оценки конкурсных предложений является совокупная оценка технического и коммерческого предложений. По результатам оценки конкурсных предложений с предпочтительным кандидатом будет заключен договор.

Конкурс на заключение договора генподряда на строительство завода по сжиганию илового осадка очистных сооружений канализации с выработкой тепловой и электрической энергии был объявлен 8 декабря 2008 г. компанией «Евразийский» в целях реализации обязательств частного инвестора по региональному инвестиционному проекту «Чистый Дон». Разыгрывался контракт «под ключ», включивший в себя, как проектирование, так и поставку оборудования, строительномонтажные и пусконаладочные работы.



Реализация данного компонента регионального инвестиционного проекта «Чистый Дон» позволит решить не только экологические проблемы, напрямую связанные с размещением отходов и выбросами в атмосферу, но и повысит энергетическую устойчивость очистных сооружений канализации.

По словам Генерального директора ОАО «Евразийский» С.В. Ящечкина: «Конкурс является доказательством того, что и в непростой экономической ситуации можно и нужно продолжать развитие проектов. Кроме того, кризисная ситуация создала предпосылки для повышенного интереса к заказу, в том числе и со стороны крупнейших западных поставщиков. Это выявит все конкурентные преимущества и положительно отразится на технико-экономических показателях проекта».



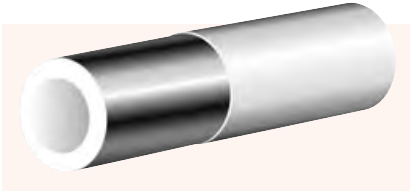
### ■ Выборы председателя правления в Grohe

21 апреля 2009 г. в Дюссельдорфе наблюдательный совет концерна Grohe AG провел выборы председателя правления. Главный исполнительный директор Grohe Дэвид Дж. Хейнс (David J. Haines) был, как и ожидалось, переизбран на очередной пятилетний срок.

Дэвид Хейнс родился 10 мая 1960 г. в Понтипуле (Великобритания). Закончил с отличием Университет Гринвича. В 1985–1989 гг. занимал различные должности в компании Unilever, выпускающей продукты питания и личной гигиены. В 1989–1998 гг. работал в европейских подразделениях Mars Inc., в т.ч. в России. В 1998–2000 гг. — вице-президент подразделения Coca Cola в Германии. В 2000–2004 гг. — директор по глобальному маркетингу и директор по глобальному бренду и расчетам Vodafone Group. В июне 2005 г. избран в совет директоров сотового оператора «Вымпелком» и одновременно — его председателем. В Grohe 49-летний Хейнс председательствует с сентября 2004 г.

■ «ТАЙПИТ»

**«Тайпит» представляет металлопластиковые и полипропиленовые трубы**



Компания «Тайпит», известная на рынке как крупный продавец радиаторов отопления, предлагает большой выбор металлопластиковых и полипропиленовых труб и фитингов. Существенное расширение ассортимента продиктовано устойчивым спросом на отечественные металлопластиковые трубы Sanmix и трубы из полипропилена Sinterra. Популярность этих изделий объясняет практичность полипропиленовых и металлопластиковых труб — водопровод из них собирается легко и быстро, что позволяет сэкономить и время, и средства.

Металлопластиковая труба Sanmix предназначена для горячего и холодного водоснабжения, теплых полов, отопления. Она состоит из двух слоев сшитого полиэтилена, между которыми проложена труба из алюминия, сваренная неплавящимся электродом в среде инертного газа. Технология нанесения клеевых слоев гарантирует надежность склейки полиэтилена и алюминия, и исключает расслоение трубы в процессе ее многократного нагрева/охлаждения в процессе эксплуатации.

Полипропиленовые трубы Sinterra отличаются невысокой себестоимостью и простотой монтажа. Полипропиленовая труба сохраняет свои первоначальные характеристики в течение 50 лет в системе холодного водоснабжения и не менее 25 лет в системах горячего водоснабжения и отопления.

Благодаря фитингам Sinterra с хромированными латунными вставками полипропиленовые трубы легко комбинируются со стальными, а при укладке в грунт не требуют дополнительной изоляции.

Также «Тайпит» предлагает резьбовые фитинги для труб SunMix (производство Китай), пресс-фитинги Valtec (Италия), инструменты и монтажное оборудование.

■ 7 млн рублей на социальные выплаты

Общая сумма социальных выплат работникам ОАО «ПО Водоканал г. Ростова-на-Дону» составила в 2008 г. более 7 млн 22 тыс. руб. Выплаты были произведены в соответствии с Коллективным договором по регулированию социально-трудовых отношений на 2008–2010 гг. Согласно этому документу ежегодно часть прибыли предприятия направляется на различные виды материальной помощи, финансирование социальных программ.

В частности, свыше 2 млн руб. было направлено на летний отдых, санаторно-курортное лечение и оздоровление работников предприятия и членов их семей. В 2008 г. по инициативе администрации, профсоюзного комитета и стратегического инвестора Водоканала компании «Евразийский» была возрождена традиция отдыха сотрудников предприятия на Черном море в пансионатах и детских оздоровительных лагерях по путевкам на льготных условиях. На оплату дополнительных отпусков было направлено свыше 1 млн 123 тыс. руб., на обеспечение питанием при проведении аварийных работ во внеурочное время — более 542 тыс. руб. Материальная помощь женщинам, находящимся в отпуске по уходу за ребенком до достижения им трех лет сверх пособия по соцстраху выплачена на общую сумму свыше 250 тыс. руб. Ростовский водоканал также оказывал материальную помощь своим работникам в связи с семейными обстоятельствами, на возмещение затрат на лечение и медикаменты, на ритуальные услуги, помогал не работающим пенсионерам и участникам Великой Отечественной войны — бывшим водоканальцам, и работникам, впервые вступившим в брак.

Предприятием заключен договор добровольного медицинского страхования, благодаря чему работникам Водоканала оплачивается обследование и дорогостоящее лечение в ростовских клиниках. На предприятии действует лечебно-профилактический пункт, столовая, к услугам водоканальцев спортивный комплекс «Импульс».

Коллективный договор между работодателем и работниками ОАО «ПО Водоканал г. Ростова-на-Дону», принятый в 2008 г., значительно расширил социальные гарантии и усилил со-

циальную защищенность работников Ростовского водоканала, обеспечил водоканальцам более существенные социальные компенсации, чем предусмотрено действующим законодательством. В 2008 г. ОАО «ПО Водоканал г. Ростова-на-Дону» присуждено первое место в областном конкурсе «Коллективный договор — основа эффективности производства и защиты социально-трудовых прав работников» в номинации «Охрана и условия труда». В 2009 г. предприятие планирует направить на расходы социального характера более 8 млн руб.

■ «ЭГОПЛАСТ»

**Альбом технических решений по продукции Polytron-ProKan**



Специалисты компании «Эгопласт» разработали альбом технических решений для конструкций безнапорных трубопроводов хозяйственно-бытовой и дождевой канализации с применением полипропиленовых двухслойных гофрированных труб Polytron-ProKan.

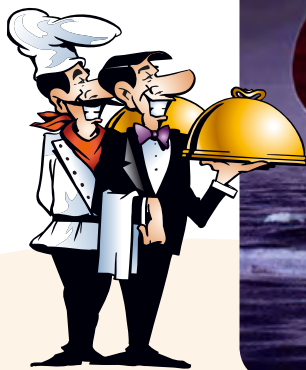
Данное руководство предназначено для специалистов, так или иначе связанных с проектированием. Альбом технических решений содержит следующие разделы: номенклатура труб и область их применения; гидравлический расчет труб; прокладка трубопроводов; укладка труб в траншеях; технология прокладки трубопроводов; расчетные параметры подземного трубопровода; прокладка труб в футлярах; монтаж трубопроводов; соединения труб; сопряжение труб с колодцами; проектирование трубопроводов с особыми условиями эксплуатации. Уже сейчас можно получить альбом технических решений в электронном виде.

**Rosinox** ПЫМОХОДЫ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

www.rosinox-flue.ru

(495) 363 38 54, 912 00 51  
(49624) 5 56 58 (г. Клин)  
info@rosinox-flue.ru

Реклама



www.worldwallpaper.com

## Официант на «Титанике», или Что вы сейчас делаете не так?

В последние месяцы клиенты, обращающиеся ко мне за консультацией, часто приходят с одной и той же «болезнью». Их типичные жалобы выглядят примерно так: «Я продаю строительный инструмент. Сейчас, когда стройки встали, у меня упали продажи. Научите меня, как выйти на прежний уровень продаж инструмента?» Желание вполне понятное — ведь рухнет, может быть, дело всей жизни человека. Но его главная ошибка заключается в неправильной постановке вопроса.

**Автор** А. ЛЕВИТАС, независимый бизнес-консультант и бизнес-тренер

Чтобы ошибка стала нагляднее, я частенько использую следующий образ. Представьте себе официанта, работающего в ресторане на круизном лайнере «Титаник». Это весьма профессиональный официант, он прекрасно знает меню своего ресторана, он уверен в высочайшем качестве продуктов и мастерстве повара, он умеет подобрать блюда на самый изысканный вкус и угодить самому требовательному посетителю. Первые дни рейса дела идут великолепно, клиенты довольны и чаевые текут рекой.

Но затем в какой-то момент официант обнаруживает, что дела у ресторана вдруг резко пошли на спад. Посетители не заказывают дополнительных блюд, а за чем-то бегут на палубу, бросив тарелки и даже не дождавшись десерта. Спустя какое-то время в ресторане не остается вообще ни одного клиента — все они столпились возле шлюпок и надевают спасательные жилеты. Похоже, чаевых от них не дождешься...

И тогда официант задает вопрос: «Что же мне сделать, чтобы вернуть

*продажи трюфелей, икры и шампанского на прежний уровень?».*

Так вот, многие бизнесмены из отраслей, сильно пострадавших от кризиса, ведут себя подобно этому официанту. Они пытаются найти способ восстановить докризисные продажи, упорно не замечая происходящего с клиентами. В сущности, они рассуждают, как маленькие дети: «Ну и что, что у моего клиента в несколько раз упали продажи, остановлено производство, уволена половина персонала и идут разговоры о банкротстве? Я все равно хочу, чтобы этот клиент покупал в докризисных объемах!». Иными словами, эти люди хотят чуда.

### ЧТО ЖЕ ДЕЛАТЬ ОФИЦИАНТУ?

Если бы тот самый официант с «Титаника» вместо вопроса о том, как продать побольше устриц, спросил бы: «Что мне сейчас делать в первую очередь?», было бы гораздо легче дать ответ на его вопрос.

Первым делом ему стоило бы понять, что происходит вокруг него и почему

пассажиры, бросив все дела и развлечения, кинулись к шлюпкам. Понять, что происходят действительно важные события, в корне изменившие всю систему приоритетов у его клиентов.

Следующий шаг — быстро выяснить у пассажиров, что же им нужно в этой ситуации, за что они готовы платить деньги? Думаю, спасательные круги на тонущем «Титанике» были бы гораздо более востребованным товаром, чем шампанское «Дом Периньон». И когда это станет понятно, официант мог бы попробовать предоставить клиентам этот товар или услугу, если есть такая возможность.

И, наконец, самому официанту стоило бы покинуть ресторан и перебраться в спасательную шлюпку. Если судно останется на плаву, на кухню можно будет вернуться, когда пройдет опасность. Если же пароход пойдет ко дну, наш герой не погибнет вместе с ним.

Примерно той же стратегией стоит руководствоваться и руководителю фирмы, пытающейся удержаться на плаву в условиях кризиса.

### Шаг первый: ОСМОТРЕТЬСЯ

Если вы столкнулись с резким спадом продаж — первым делом попытайтесь понять, чем именно он вызван. Причем не останавливайтесь на столь же очевидном, сколь и бесполезном ответе вроде «Это из-за кризиса». Помните — вам нужна четкая картина того, что происходит сейчас у ваших клиентов. Постарайтесь понять, куда именно делась все те деньги, которые клиент раньше оставлял в вашей кассе.

Почему бывшие клиенты перестали покупать у вас? Может быть, снизившиеся доходы покупателя не позволяют ему больше приобретать ваш товар или услугу? Либо отсутствие заказов сделало ненужным то сырье, расходные материалы или комплектующие, которые закупали у вас? А может быть, клиенты стали приобретать тот же товар у вашего конкурента, предложившего более низкие цены? Или, быть может, изменились приоритеты, и бюджет не урезан, а лишь переброшен на какое-то другое направление? И еще один, не менее важный вопрос — что сейчас приобретают ваши бывшие покупатели? Что сейчас наиболее важно для них, на что они готовы тратить деньги сегодня? Что они ищут — или искали бы, если бы знали, что такой товар или услуга существует? В чем они нуждаются больше всего, как пассажир тонущего судна — в спасательном круге?

После того, как будут ответы на эти вопросы, вам гораздо проще будет определиться с дальнейшими действиями. Иные из моих клиентов обнаруживали, что покупателей можно вернуть, попросту снизив цены или, скажем, применив «стратегию бумажного пакета».

Но часто ответ оказывается неутешительным — для того бизнеса, который вы вели вчера, большинство клиентов потеряны. Им больше не нужен товар, который они покупали в период процветания — как не нужны в декабре летние шины и крем от загара.

Что делать в этом случае?

### Шаг второй: ПРОДАТЬ СПАСАТЕЛЬНЫЙ КРУГ

Даже если потребности в вашем товаре или услуге у бывшего клиента больше нет — не спешите списывать этого покупателя со счетов, если он только не обанкротился. Такой клиент еще может принести вам немало денег — если вы поймете, что же ему нужно сегодня. Ведь если фирма продолжает жить — какие-то потребности у него непременно остались и какие-то деньги он все равно тратит. Отчего бы вам не попробовать получить хотя бы часть этих денег? Пусть ваши экс-клиенты уже не нуждаются в товарах из вашего ассортимента — но у вас остались контакты с этой фирмой или с этим человеком, осталась репутация надежного поставщика, осталось доверие клиента. И благодаря этому вы можете заработать еще немало денег на сотрудничестве с тем же клиентом — если вместо бесплодных попыток продать ему то, что у вас залежалось на складе, предложите клиенту то, в чем он действительно нуждается.

Выясните, что сегодня наиболее насущно для ваших бывших покупателей — какие проблемы стоят перед ними, какие потребности у них возникли. И затем предложите им решение этих проблем.

Предложите товары или услуги, удовлетворяющие их потребность. Если речь идет о товарах и услугах, не входящих в ваш нынешний ассортимент, у вас есть как минимум два выхода.

Первый из них — быстро освоить и эту сферу тоже, наняв толковых специалистов и наладив контакты с поставщиками. Но этот способ таит в себе много подводных камней. По счастью, есть и второй, менее рискованный путь — стать всего лишь посредником между вашими бывшими покупателями и фирмой, специализирующейся на том, что им нужно сегодня. Новому партнеру такое сотрудничество также будет выгодно по очень простой причине — ваша база клиентов и ваши доверительные отношения с ними позволят сделать много продаж в короткий срок.

### Шаг третий: СОЙТИ С КОРАБЛЯ

Если восстановить отношения с потерянными клиентами и поднять оборот до приемлемого уровня не удастся — стоит задуматься о том, чтобы покинуть тонущий корабль.

Вариантов тут два — уйти навсегда или только пересидеть смутные времена «в спасательной шлюпке». Если вы при-

шли к выводу, что бизнесу не выжить, и не хотите идти на дно вместе с ним — спланируйте и проведите организованное отступление. Спасите с «тонущего корабля» все ценные вещи, распродайте все, что можно. Причем речь идет не только о движимом и недвижимом имуществе — могут быть проданы (иной раз за большие деньги) и клиентская база, торговая марка, доменное имя, технологические и административные ноу-хау, пакеты инструкций для персонала и т.п. Если что-то не удастся продать, позаботьтесь о том, чтобы сохранить это за собой, чтобы либо продать, либо использовать в лучшие времена.

Если же вы надеетесь, что в долгосрочной перспективе ваше дело ожидает блестящее будущее, но при этом видите, что в ближайшие месяцы, а то и полгода-год этот бизнес будет приносить лишь убытки в силу неблагоприятной ситуации на рынке — возможно, вам стоит пересест в «спасательную шлюпку».

Для этого вы можете найти другой источник дохода — альтернативный бизнес, краткосрочный проект или даже работу на зарплате. А свой бизнес поставьте «на консервацию» — снизить до минимума все затраты и всю деловую активность, а то и вовсе временно «закрыть лавочку». Но при этом очень важно продолжать поддерживать контакты с партнерами, с поставщиками, с клиентами, с бывшими работниками и потенциальными. Если вы пришли к выводу, что бизнесу не выжить, и не хотите идти на дно вместе с ним — спланируйте и проведите организованное отступление с работниками — чтобы в момент, когда решите возобновить деятельность бизнеса, вы могли именно возобновить ее, а не начинать все с нуля.

### БОЛЕЕ ОПТИМИСТИЧНЫЕ СЦЕНАРИИ

Разумеется, описанный в этой статье сценарий — отнюдь не единственный возможный. Вполне вероятно, что, выполнив первый шаг — осмотревшись и проанализировав происходящее с клиентами — вы сумеете найти способ поднять продажи. Это еще более вероятно, если вы владеете партизанским маркетингом и умеете привлекать покупателей малозатратными способами.

Тогда вы можете компенсировать снижение числа покупателей увеличением продаж каждому из них, можете найти платежеспособных клиентов даже на нынешнем рынке, можете освоить смежные сферы бизнеса... Но обо всем этом мы поговорим уже в следующий раз. □

По материалам журнала «Маркетинг ПРО».

Анализ различных аспектов обслуживания и мониторинга является хорошим инструментом для оценки доли затрат на сервис насосов в общей стоимости их жизненного цикла. При выборе насоса не всегда анализируется стоимость его обслуживания — на самом деле этот анализ должен охватывать условия, в которых насос работает, возраст насоса, условия перекачки, а также компетентность персонала и средства контроля и мониторинга. Более того, подобный анализ позволит оптимизировать работы по обслуживанию и, как следствие, затраты.

**Автор** Л. ДЕЛАРМЕ, технический отдел концерна Grundfos

## Обслуживание и мониторинг канализационных насосов

### Предварительная оценка

Стоимость обслуживания маленьких насосов в течение их срока службы весьма близка к стоимости их энергопотребления и составляет порядка 40 % от стоимости жизненного цикла. Что касается крупных насосов, то на их обслуживание приходится порядка 10 %, в то время как на энергозатраты — около 85 %. Логично, что перекачка больших объемов жидкости является весьма энергозатратной, вот почему у крупных насосов столь большое внимание уделяется мониторингу.

### Каков уровень обслуживания небольших канализационных насосов?

Обычно маленькие насосы, установленные в сетевые КНС, рассматриваются как «расходный материал». Их надежность должна быть столь высока, чтобы обслуживание сводилось лишь к проверке состояния решетки (корзины) перед насосом, а также токов в обмотках. Такого рода проверки требуют регулярного посещения КНС, что приводит к затратам и увеличенному выбросу CO<sub>2</sub> (из-за использования автотранспорта). Данный фактор пока не является критичным для России, в то время как для Европы с ее жесткими экологическими нормативами он достаточно серьезен. Однако в реальных условиях мы часто сталкиваемся с несвоевременной очисткой решеток (корзин), что может привести к засорению самого насоса. И хотя в более крупных насосных станциях устанавливаются автоматические решетки или комплексные системы, позволяющие избавляться от крупных твердых включений, очевидно, что пока не существует 100 % решения данной проблемы.



Рис. 1. Быстрая разборка-сборка насоса на площадке

Чтобы снизить риск засорения насоса часто, используют вихревое рабочее колесо типа Vortex — это позволяет перекачивать более крупные частицы, чем могут канальные колеса. Однако это приводит к снижению КПД насоса от 20 до 50 %.

Современные способы регулировки по уровню позволяют системе работать в нужном режиме. Однако и здесь все неоднозначно. Например, во многих случаях, несмотря на риск отложения иловых образований, все равно применяются поплавковые выключатели. Ил откладывается на поплавках и утяжеляет их до тех пор, пока система не выйдет из строя. Гидростатические и ультразвуковые выключатели значительно надежнее, менее чувствительны к наличию твердых частиц и занимают

меньше места в КНС. Пневматические выключатели (или пневмоколокола), практически неизвестные во многих странах, являются наименее дорогостоящим способом регулировки. Однако они также требуют обслуживания. И, наконец, электроды позволяют экономить больше всего места.

Зачастую мониторинг небольших насосов сводится к простому эксплуатационному отчету, а также считыванию показаний амперметра на дверце шкафа управления. Инспекционные визиты могут быть заменены получением SMS-сообщения в случае аварийной ситуации. Засорение рабочего колеса насоса является наиболее частой причиной нештатных



ситуаций. Перекачка сточных вод по своей природе всегда содержит риск подобного засорения, однако необходимо сводить его к минимуму. При этом должны приниматься во внимание два фактора (рис. 1):

- возможность быстрой разборки-сборки насоса и легкий доступ к очищаемому узлу снижает длительность операции с 2 ч до 30 мин.;
- возможность отключения насоса от кабеля и установка его в удобном для очистки месте для снижения риска загрязнения.

### Замена или ремонт

Такой вопрос возникает, как только речь заходит об электродвигателе: размер мотора является одним из решающих факторов, но как определить, ремонтировать его или утилизировать? Этот вопрос весьма индивидуален для разных стран и разных фирм; он учитывает стоимость как электроэнергии так и рабочей силы, а также наличие или отсутствие поблизости цеха по квалифицированной перемотке моторов. Если стоимость перемотки составляет от 50 до 60% от цены нового мотора, рекомендуется заменить мотор: очевидно, что перемотка привела бы к потере КПД от 1 до 2% по сравнению с новым мотором. Кроме того, мотор, приобретенный 15 лет назад, уже изначально имел КПД ниже, чем современный.

### Мониторинг больших насосов

Большие насосы всегда подлежат превентивному мониторингу: получение предупреждения до того, как произошла поломка.

Контроль температуры подшипников и обмоток мотора с помощью РТС или РТ100 происходит оперативнее, чем измерение температуры самого мотора индукционно-термическим способом. Датчик воды в масляной камере предупреждает о том, что утечки жидкости через уплотнение вала могут достичь подшипника мотора (рис. 2). Датчик вибрации напоминает о дисбалансировке импеллера или даже о возможном неправильном подборе или монтаже насоса и предотвращает преждевременный износ подшипников.



■ Рис. 2. Быстросменяемое картриджное торцевое уплотнение

Он также может указать на работу насоса вне зоны рабочей характеристики или на засорение трубопровода. Датчики температуры подшипников указывают на нагрев, в т.ч. и вследствие вибрации. Вся эта информация необходима для предупреждения повреждений и, как следствие, простоев.

**Наличие песка = преждевременный износ. Наличие агрессивных сред = коррозия. Твердые частицы и волоконные включения = засорение импеллера. Воздух в насосе = кавитация. Мотор, не погруженный в воду = нагрев. Внутренние утечки в насосе или автоматической трубной муфте = снижение гидравлического КПД. Возраст насоса = снижение сопротивления изоляции обмоток, риск короткого замыкания. Большая наработка моточасов = снижение гидравлического КПД.**

Прежде чем приступить к ремонту или замене насоса, необходимо выяснить саму проблему. Если датчик влажности указывает на наличие воды в моторе, придется вскрыть мотор и выяснить причину проблемы. С другой стороны, замена дефектного уплотнения и восстановление зазора между импеллером и корпусом являются операциями, быстроисполнимыми на площадке.

### Аудит инсталляции

Полный аудит инсталляции — это единственный способ оптимизировать работу системы. Снятие расходо-напорных характеристик поможет оценить не только работу насоса, но и всей системы (засорение, утечки, наличие воздуха, прочее). Замер электрических параметров позволяет оценить скачки напряжения, рассогласование фаз, потребляемую мощность. Все это позволяет снизить энергопотребление и сократить случаи ремонта на площадке, а также случаи заводского капитального ремонта. □

В Москве только за последние 20 лет реконструировано не менее полумиллиона ветхих трубопроводов с использованием бестраншейных технологий. Использование этих технологий для восстановления водоотводящих трубопроводов были связаны, главным образом, с применением полимерных труб.

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

# Полиэтиленовые трубные модули для бестраншейного восстановления ветхих водоотводящих трубопроводов

Большая часть таких работ на самотечных канализационных сетях (с 1992 г.) произведена московской фирмой ООО «Прогресс» с использованием трубных модулей из полиэтилена ПЭТМ-Р (рис. 1) с резьбовыми соединениями (рис. 2). За все время с момента начала восстановления этих трубопроводов никаких нареканий по поводу надежности работы канализационных трубопроводов от служб их эксплуатации не поступало.

При конструировании трубных модулей из полиэтилена с резьбовыми соединениями для бестраншейной замены ветхих канализационных трубопроводов исходили из того, что изготовление и сборка должны быть простыми, быстрыми и экономичными [1]. При этом руководствовались следующими правилами.

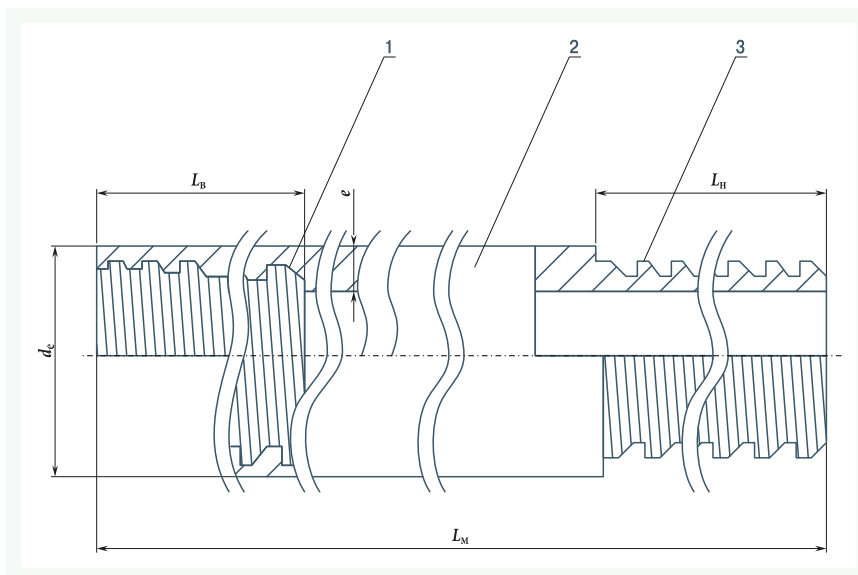
**Во-первых**, для изготовления ПЭТМ-Р должны использоваться полиэтиленовые трубы, с показателями кольцевой жесткости (значениями  $SDR$  — отношением наружного диаметра  $D_n$  к толщине стенки  $\delta$ ), отвечающими конкретным условиям применения по грунтовым и транспортным нагрузкам.

**Во-вторых**, для изготовления ПЭТМ-Р должны использоваться полиэтиленовые трубы, отвечающие требованиям по наружным диаметрам, толщине стенок и предельным отклонениям размеров соответствующих нормативов, например, российских ГОСТ 18599–2001 с Изм. №1.

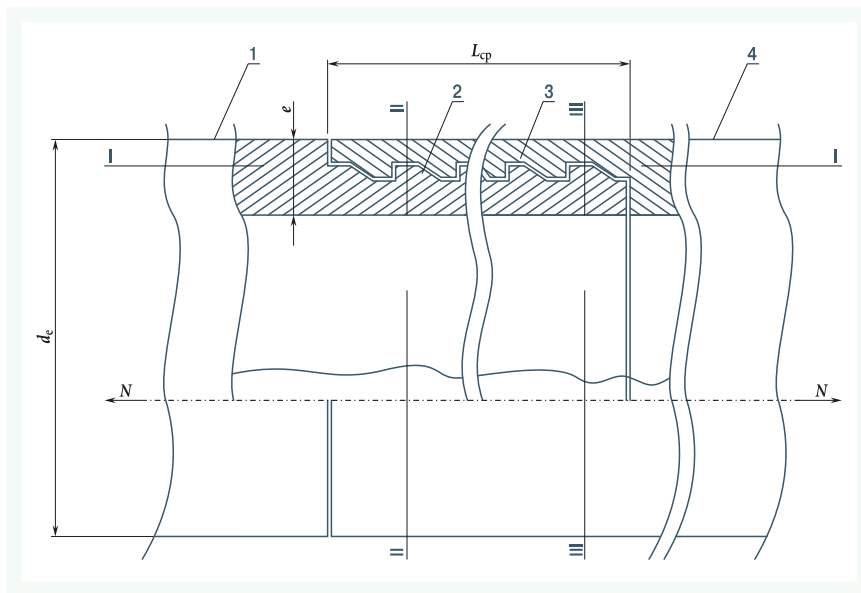
**В-третьих**, при изготовлении резьбовых трубных модулей должно учитываться временное  $\tau$  и температурное  $t$  поведение полиэтилена, зависящее от его класса (рис. 3), т.к. монтаж ПЭТМ-Р при восстановлении конкретных трубопро-



www.worldwallpaper.com



■ Рис. 1. Схема полимерного трубного модуля с резьбами (1 и 3 — внутренние и наружные резьбы; 2 — тело модуля;  $D_n$  — наружный диаметр;  $\delta$  — толщина стенки тела;  $L_M$  — длина модуля;  $L_B$  и  $L_n$  — длины частей модуля с внутренними и наружными резьбами)



■ Рис. 2. Схема резьбового соединения полимерных трубных модулей (1 и 4 — модули; 2 и 3 — наружная и внутренняя резьбы;  $D_n$  — наружный диаметр;  $\delta$  — толщина стенки тела модуля;  $L_{ср}$  — длина соединения; I, II и III — плоскости равновероятного разрушения соединения модулей при его растяжении силой  $N$ )

водов может производиться при различных температурах  $t_m$  (в сетевых колодцах канализации, в которых производится сборка ПЭТМ-Р, и в восстанавливаемых канализационных трубопроводах температура всегда положительная), в течение  $\tau_m$ , как показала практика, от одного до нескольких часов в зависимости от местных условий.

**В-четвертых**, ПЭТМ-Р должны быть технологичными при монтаже, т.е. усилия сборки модулей между собой  $G$  должны легко обеспечиваться вручную либо с использованием подручных средств малой механизации в виде цепных ключей и т.п.

**В-пятых**, резьбовые соединения должны выдерживать осевую растягивающую нагрузку  $N$ , которая будет прикладываться при протягивании нового трубопровода в полость старого трубопровода, не разрушенного либо разрушенного тем или иным способом.

**В-шестых**, смежные ПЭТМ-Р не должны входить друг в друга больше, чем это предусмотрено их соединениями (см. рис. 2), при действии на них осевой нагрузки  $Q$  в период сборки при вращении одного модуля относительно другого либо при проталкивании нового трубопровода в полость старого трубопровода, не разрушенного либо разрушенного.

**В-седьмых**, резьбовые соединения ПЭТМ-Р должны обеспечивать герметичность реконструированного трубопровода не только при проведении гидравлических испытаний, но и на весь срок эксплуатации восстановленной водоотводящей сети.

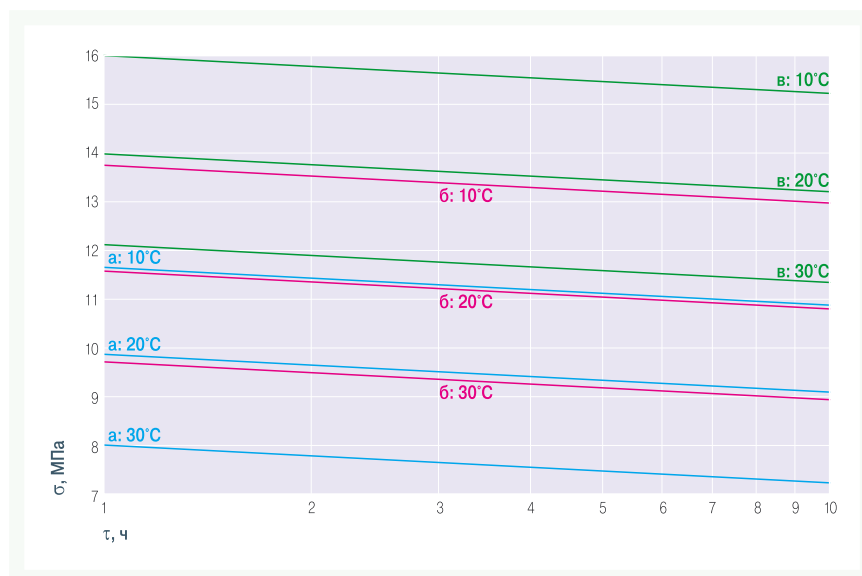
**В-восьмых**, ПЭТМ-Р с резьбами должны быть взаимозаменяемыми, т.е. при монтаже не надо будет производить специального подбора пар полиэтиленовых трубных модулей для достижения их быстрого и качественного соединения между собой.

Для получения удовлетворяющих перечисленные требования соедине-

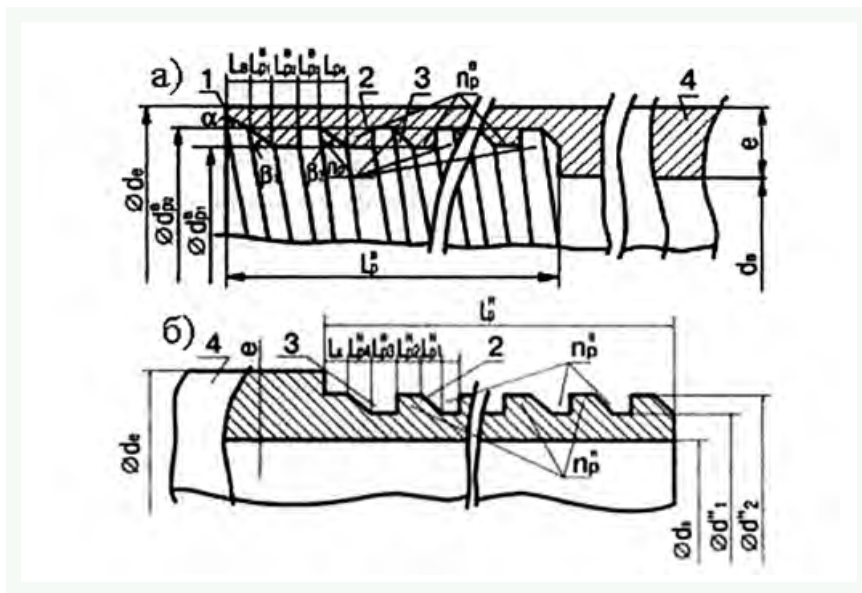
ния ПЭТМ-Р между собой изготавливались модули с высокоточными размерами внутренних (рис. 4а) и наружных (рис. 4б) резьб, что оказалось совсем не простым делом.

Качество резьбовых соединений трубных модулей из полиэтилена и, в частности, их несущая и герметизирующая способность, а также технологичность во многом зависят от прочностных и деформационных свойств, коэффициента трения пары полиэтилен-полиэтилен, геометрии резьб, толщины стенок, определяющих величину натяга. При сборке резьбового соединения подвергаются суммарной деформации части модулей, на которых имеются резьбы. Охватываемая часть растягивается, а охватываемая — сжимается, причем на разные величины, т.к. при равенстве механических показателей их геометрические показатели, в частности, диаметры, будут различными по величине. Чтобы уравнивать их деформацию, пришлось соответствующим образом подбирать диаметры для указанных частей модулей. При деформации частей возникает их натяг. В качестве допустимого натяга в литературе рекомендуется принимать деформацию, равную половине деформации, соответствующей пределу текучести полимера.

Относительный натяг может составлять до 4% от наружного диаметра элемента при нормальной температуре сборки соединения. При других температурах его величина будет иной. Существенное значение имеет правильный выбор величины натяга [3]. С одной стороны, если не будет натяга, то также не



■ Рис. 3. Кривые долговечности труб (выборка из [2], из: а — ПЭ-63; б — ПЭ-80; в — ПЭ-100)



■ Рис. 4. Резьбы на полиэтиленовых трубных модулях (а — внутренняя; б — наружная; 1 — заходная часть модуля; 2 — резьба; 3 — впадина; 4 — тело модуля)

будет и герметичности у резьбы. С другой же стороны, чрезмерный натяг часто приводит к срыву резьбы при сборке соединения, что неоднократно наблюдалось нами на практике. Какова величина натяга для конкретных вариантов используемой резьбы, пока можно установить только опытным путем.

Качество резьбовых соединений оценивают по удерживающей силе (несущей способности).

Максимальная осевая нагрузка, которую может воспринимать резьбовое соединение, связана с допустимым разрушающим напряжением при срезе и площадью резьбы, по которой может произойти сдвиг (см. рис. 2, сечение I-I). Разрушающее напряжение при срезе полиэтилена допускается принимать равным половине кратковременного напряжения полиэтилена при растяжении, т.к. резьба работает с полной нагрузкой кратковременно (только в период протягивания нового трубопровода).

В основу конструирования резьбовых соединений на трубных модулях из полиэтилена была положена упорная специальная резьба Е.М. Ершова и А.П. Мордвинова [4].

Такая резьба с шагом от 4 до 20 мм разработана для стеклопластиковых деталей диаметром 60–600 мм. Для изделий из термопластов данная схема не применялась. Поэтому полностью воспользоваться этой резьбой посчитали не вполне целесообразным.

Геометрию резьбовых соединений подбирали, исходя из условия равной

прочности для резьб и частей модуля, где они расположены. (Предполагалось, что разрушения резьбовых соединений по сечениям I-I, II-II и III-III равновероятны).

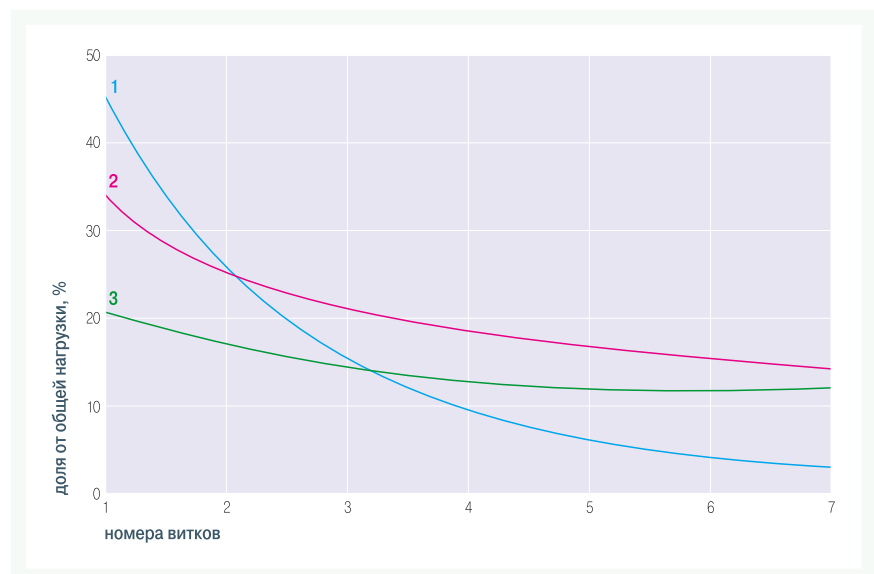
Что касается длин  $L_{вр}$  и  $L_{нр}$  частей модулей, на которых нарезались резьбы (см. рис. 3), то их принимали с учетом количества ниток, которые оказывают [5] существенное влияние (см. рис. 5) на восприятие растягивающих усилий  $N$  (см. рис. 2).

Как уже отмечалось выше, герметичность соединений ПЭТМ-Р достигается, как правило, за счет обеспечения соответствующего натяга между сопряжен-

ными частями соединенных модулей. Отдельные неплотности в соединениях могут затягиваться при эксплуатации канализационного трубопровода за счет кольматации грунта или ила, присутствующего в стоках. Имеющийся опыт убеждает в том, что качество полиэтиленовых труб отечественного производства позволяет изготавливать трубные модули с резьбовыми соединениями, которые будут работоспособны в сетях канализации при глубине их заложения до 8 м (возможное внутреннее давление при этом будет составлять 0,08 МПа).

Для замены ветхих трубопроводов, которые могут находиться под действием внутренних давлений (около 0,2 МПа), резьбовые соединения надо дооснащать резиновыми уплотнителями (рис. 6).

Как видно из рис. 6а, соединение является простым для изготовления. Очевиден также и его основной недостаток. Кольцо ничем не защищено от выдавливания при сборке, а это может произойти при малейшем отклонении в размерах резьб или самого кольца, что в дальнейшем приведет к его повреждению, а затем и к разгерметизации соединения. К тому же, к расчету резьбовых соединений для полиэтиленовых модулей удовлетворительных методик расчета резиновых уплотнителей с объемным сжатием до сих пор не



■ Рис. 5. Распределение растягивающей нагрузки на витки резьбы трубных изделий (из: 1 — стали; 2 — стеклопластика; 3 — термопласта)

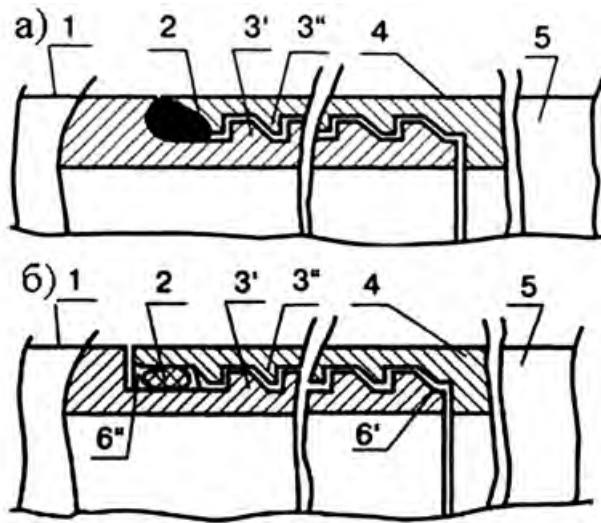


Рис. 6. Соединения полимерных трубных модулей на резьбе с уплотнением резиновым кольцом (сжатым: а — объемно; б — между параллельными плоскостями; 1 и 5 — модули; 2 — резиновое кольцо; 3' и 3'' — наружная и внутренняя резьбы; 4 — тело модуля; 6' и 6'' — наружная и внутренняя фаски)

предложено. Очевидно, здесь следует полагаться только на экспериментальную подборку размеров уплотнителей совместно с другими элементами резьбовых соединений.

Другое дело, если речь идет о полиэтиленовых трубных модулях с резьбовыми соединениями, в которых резиновое уплотнительное кольцо сжимается меж-

ду двумя параллельными плоскостями (рис. 6б). Здесь кольцо полностью закрыто, что создает определенные гарантии исключения его выдавливания при сборке соединения. Этому же способствуют контактные давления кольца  $\sigma_k$  на поверхности частей модуля при его сжатии (рис. 7а) на определенную степень  $\epsilon$ .

Эти контактные давления, помимо обеспечения условий для герметичности при испытаниях и эксплуатации, за счет

сил трения, будут удерживать кольцо на месте при сборке соединения.

Кроме того, имеется возможность создать для кольца условия, которые будут увеличивать контактные давления  $\sigma_k$  при тех же степенях сжатия [6]. Для этого, как показывают исследования НИИ Мосстроя, кольца необходимо размещать в прямоугольных желобках (рис. 7б), в желобках кругового очертания (рис. 7в) или в желобках какого-либо другого профиля, которые следует протачивать взамен последних витков наружной резьбы.

Что касается длины тела модуля, то она должна приниматься с учетом габаритов смотровых колодцев, в которых будут производиться монтажные работы, а также тех средств малой механизации, которые предполагается использовать для сборки резьбовых соединений. При этом следует иметь в виду, что длина трубного модуля влияет на производительность работ по восстановлению участка трубопровода. Чем больше длина ПЭТМ-Р, тем меньшее количество трубных модулей надо использовать для восстановления участка конкретной протяженности. Это сокращает время проведения восстановительных работ  $\tau$ , что, в свою очередь, позволяет рассчитывать на большую величину прочности полиэтилена  $\sigma$  (см. рис. 3) для изготавливаемого модуля.

В заключении следует заметить, что весьма важным для экономичности и надежности применения на этапах от начала конструирования и пуска в дело трубных модулей из полиэтилена с резьбовыми соединениями является технология их изготовления. Однако об этом речь может пойти в следующих выпусках журнала. ■

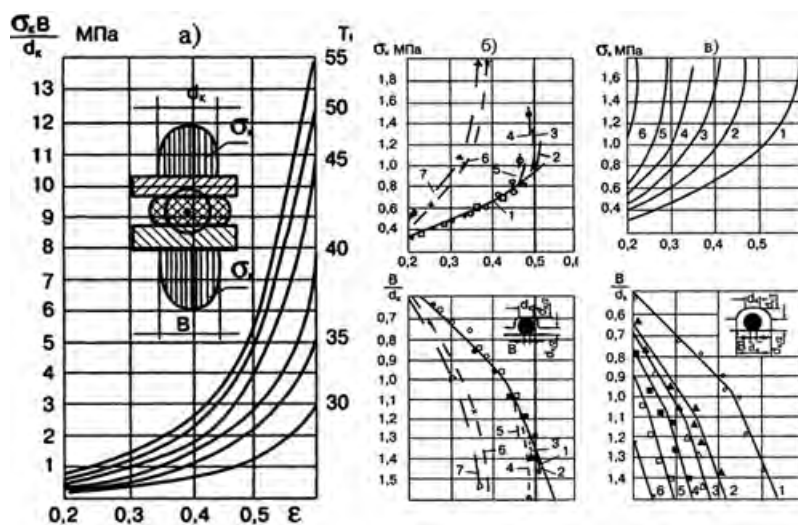


Рис. 7. Графики напряженно-деформированных состояний резиновых колец круглого поперечного сечения при сжатии [а — между параллельными поверхностями; б — в прямоугольном желобке при отношении диаметра кольца к ширине желобка: 1 — 0; 2 — 0,605; 3 — 0,636; 4 — 0,652; 5 — 0,685; 6 — 0,903; 7 — 0,949 (твердость резины 30 ед.); в — в желобке кругового очертания при отношении диаметров кольца и желобка: 1 — 0; 2 — 0,314; 3 — 0,412; 4 — 0,547; 5 — 0,67; 6 — 0,89 (твердость резины 30 ед.);  $\sigma_k$  — контактные давления кольца;  $\epsilon$  — степень сжатия;  $d_k$  — диаметр поперечного сечения кольца; В — ширина; Т — твердость резины по ИСО (ГОСТ 20403)]

1. Харькин В.А. К расчету и применению полимерных трубных модулей с неразъемными механическими соединениями для бестраншейной замены ветхих самотечных трубопроводов // Журнал «Сантехника», №6/2003.
2. ГОСТ Р 52134-2003 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления».
3. Комаров Г.В. Способы соединения деталей из пластических масс. — М.: Химия, 1979.
4. Штучный В.П. Обработка пластмасс резанием. — М.: Машиностроение, 1974.
5. Мирзоев Р.Г., Кугушев И.Д., Брагинский В.А. и др. Основы конструирования и расчета деталей из пластмасс и технологической оснастки для их изготовления. — Л.: Машиностроение, 1972.
6. Отставнов А.А. Исследование работоспособности и технологической взаимозаменяемости элементов раструбных соединений подземных трубопроводов из термопластов. Сборник научных трудов НИИ Мосстроя: «Исследование строительных материалов и конструкций». — М., 1984.

# Сильфонные компенсаторы для вертикальных стояков высотных зданий в российских условиях

## Подход среди специалистов: «авось пронесет!?» Результат: массовые аварии и поломки

Автор О. ХРИПАЧ, инженер

**К**аким должен быть хороший сильфонный компенсатор для вертикальных трубопроводов высотных зданий? В чем состоят его функции? Какую конструкцию и какие характеристики он должен иметь? Как его правильно за проектировать и смонтировать?

Я работаю в специализированной фирме «Компенсаторы Протон-Энергия». Наши технические специалисты занимаются поставками, технической поддержкой сильфонных компенсаторов с 1999 г., а разработкой новых моделей — с 2003 г. Среди наших объектов Московский Кремль, библиотека МГУ, аэропорт «Внуково», крупные жилые комплексы «Шуваловский», «Павшинская Пойма», Ледовый Дворец в г. Коломне, а также более тысячи других зданий по всей России. Опыт накоплен богатый, как положительный, так и отрицательный. Хочу им и поделиться.

Сначала немного теории. При изменении температуры стального трубопровода меняется его длина (происходит известное нам еще со школы температурное расширение или сжатие твердых тел). Чем больше изменение температуры, тем больше меняется длина.

Что же на практике происходит с вертикальным стальным стояком при увеличении температуры теплоносителя? Расчет его удлинения предлагаю производить по формуле:

$$\Delta L = 0,012 H N (t_{\max} - t_{\min}) 1,07,$$

где  $\Delta L$  — удлинение компенсируемого участка, мм; 0,012 — коэффициент теплового удлинения, мм/(м·°C);  $H$  — высота этажа от пола до пола, м (обычно 2,8–3,3 м);  $N$  — количество этажей между неподвижными опорами на компенсируемом участке (обычно принимаем 8 этажей);  $t_{\max}$  — максимальная температура теплоносителя (в системе отопления, как правило, 90 °C);  $t_{\min}$  — темпе-

ратура стояка в момент монтажа труб и врезки компенсаторов (на практике обычно не ниже –10 °C); 1,07 — коэффициент запаса.

На основании расчетов по вышеуказанной формуле ясно, что в системах отопления жилых зданий температурное удлинение стальных труб составляет до 1,5 мм на погонный метр. Полное удлинение стояка отопления 20-этажного здания при этом может превысить 100 мм. Такое удлинение приводит к изгибанию стояка и радиаторных подводок. Возникают напряжения, которые могут привести к разрушению радиаторных терморегуляторов и запорной арматуры. Для предотвращения разрушительные последствия температурного удлинения вертикальных стояков устанавливают сильфонные компенсаторы.

Сильфон компенсатора в определенных пределах способен легко многократно менять свою длину, реагируя на многочисленные температурные удлинения и сжатия трубопровода в процессе эксплуатации. Таким образом, компенсатор сохраняет первоначальную длину стояка, предотвращает изгибание и разрушение радиаторных подводок и запорной арматуры.

### Конструкция компенсатора для вертикальных трубопроводов

В качестве примера предлагаю рассмотреть специальный компенсатор для вертикальных стояков «Энергия». Он состоит из сильфона, наружной гильзы, внутренней гильзы и присоединительных патрубков (приварных или резьбовых) или фланцев (рис. 1).

1. Сильфон представляет собой гибкую тонкостенную цилиндрическую «гармошку» из нержавеющей стали. Он приварен к присоединительным патруб-

кам 4 при помощи колец из нержавеющей стали.

2. Внутренняя направляющая гильза из нержавеющей стали — трубка из нержавеющей стали, приваренная к одному из патрубков и свободно движущаяся во втором. Она выполнена из нержавеющей, а не «черной» стали. Это необходимо для ее долговечности и для того, чтобы при ее возможном контакте с тонкостойным нержавеющей сильфоном не возникала «электрическая пара», приводящая к электрохимической коррозии и быстрому разрушению тонкостойного сильфона. Также внутренняя гильза направляет поток воды, уменьшая потери напора.

3. Наружный декоративно-защитный кожух — гладкие полусферы из ста-

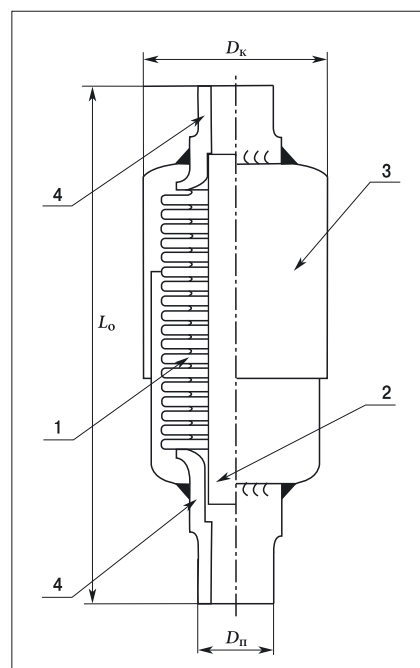


Рис. 1. Принципиальная схема осевого сильфонного компенсатора «Энергия»

■ **Технические характеристики осевых сильфонных компенсаторов «Энергия»** табл. 1  
 Диаметры: Ду 15–200 мм для вертикальных стояков, (поставляются Ду 15–3000 мм). Обозначение: «Энергия-Термо» для отопления; «Энергия-Аква» для водопровода. Имеют сертификаты TUV и ГОСТ Р. Параметры указаны в соответствии с европейскими нормативами для жилых зданий. Количество срабатываний: для полного осевого хода — не менее 1000 циклов, для рабочего осевого хода при сжатии — не менее 10000 циклов (полный осевой ход при 1000 циклов следует разделить на 1,5 в соответствии с DIN 1988). Рабочая температура: +150 °С. Рабочее давление: 16 атм.

Ду, мм	Маркировка	Осевой ход/сжатие или удлинение компенсатора, мм	Общая длина $L_0$ , мм	Диаметр компенсатора $D_K$ , мм	Диаметр патрубка $D_T$ , мм	Эффективная площадь сильфона $S_{эф}$ , см <sup>2</sup>	Жесткость осевого хода $G$ , кН/м
15	15.16.27/13.2	+27/-13	256	51	21,5	10	22
20	20.16.27/13.2	+27/-13	258	52	26,8	11	23
25	25.16.27/13.2	+27/+13	258	57	33,5	12	23
32	32.16.27/13.2	+27/-13	267	68	42,3	18	32
40	40.16.27/13.2	+27/-13	268	77	46	27	33
50	50.16.30/15.2	+30/-15	295	92	57	39	37
65	65.16.30/15.2	+30/-15	297	109	76	58	43
80	80.16.30/15.2	+30/-15	297	120	89	76	47
100	100.16.33/17.2	+33/-17	302	151	108	123	65
125	125.16.33/17.2	+33/-17	312	190	133	188	128
150	150.16.33/17.2	+33/-17	345	218	159	265	129
200	200.16.33/17.2	+33/-17	355	270	219	435	162

ли, сверху закрывающие тонкостенный гофрированный сильфон. Они украшают компенсатор и служат для защиты сильфона от попадания бетона и искр сварки, а также оберегают его от актов вандализма.

**4. Патрубки.** У «Энергия-Термо» из «черной» стали для приварки к стоякам отопления. У «Энергия-Аква» антикоррозионные резьбовые патрубки для Ду 15–50 мм и с приварными фланцами для Ду 65–200 мм. Они служат для присоединения компенсаторов «Энергия-Аква» к оцинкованному трубопроводу.



■ **Осевые сильфонные компенсаторы «Энергия»**

тор должен быть оснащен внутренней или наружной направляющей гильзой (или другим устройством для сохранения устойчивости сильфона).

Компенсруемый участок трубопровода должен быть строго прямолинейным. Он ограничивается с двух сторон неподвижными опорами.

Максимальное температурное удлинение компенсируемого участка вертикального трубопровода для жилых зданий не должно превышать осевого хода компенсатора при сжатии, при котором он может выдержать не менее 10000 циклов срабатывания (см. «технические характеристики»). На компенсируемом участке недопустимы врезки. Исключение: радиаторные стояки двухтрубной системы отопления, если диаметр стояка не более 40 мм и диаметр врезок не более 20 мм. Другие случаи рассматриваются индивидуально.

**Важнейшие технические характеристики осевого сильфонного компенсатора**

Существует взаимосвязь осевого хода, рабочего давления, рабочей температуры, компенсирующей способности и числа циклов срабатывания. Осевой ход сильфонного компенсатора — техническая характеристика, полученная опытным путем при лабораторных стендовых испытаниях. В процессе этих испытаний компенсатор под максимальным рабочим давлением заполняют водой с максимальной рабочей температурой. Потом этот компенсатор многократно механически сжимают и разжимают (с амплитудой, равной осевому ходу) до разрушения (потери герметичности). Одно сжатие компенсатора от максимума до минимума и удлинение от минимума до максимума (на определенную амплитуду осевого хода) называется полным циклом срабатывания осевого компенсатора.

В соответствии с европейскими нормами для жилых зданий число полных циклов срабатывания до разрушения должно составлять: для амплитуды полного осевого хода (равного сумме осевого хода при сжатии и удлинении) не менее 1000 циклов; для амплитуды рабочего осевого хода при сжатии не менее 10000 циклов. Для обеспечения длительной безаварийной работы амплитуда осевого хода должна соответствовать этим стандартам. В противном случае сильфон компенсатора в процессе эксплуатации может потерять герметичность и произойдет протечка.

**Пример подбора компенсаторов для внутренних систем отопления и водоснабжения «Энергия» согласно нормативам DIN**

**Дано:** 21-этажный жилой дом (рис. 2) с двухтрубной стояковой системой отопления, высота этажа  $H = 2,8$  м. Максимальная температура теплоносителя  $t_{max} = +90$  °С. Расчетная минимальная температура воздуха в здании при монтаже системы отопления  $t_{min} = -10$  °С. Диаметр стояка отопления равен 25 мм.

**Найти:** требуемое количество компенсаторов и неподвижных опор и места их расположения на стояке.

**Решение:** установим верхнюю неподвижную опору на три этажа ниже, чем этажность здания:  $21 - 3 = 18$ . Примем, что на участке с 18 по 21 этаж не нужно компенсировать удлинение, т.к. мала длина участка (менее  $3 \times 2,8$  м = 8,4 м).

Установим нижнюю неподвижную опору на четвертом этаже. На участке

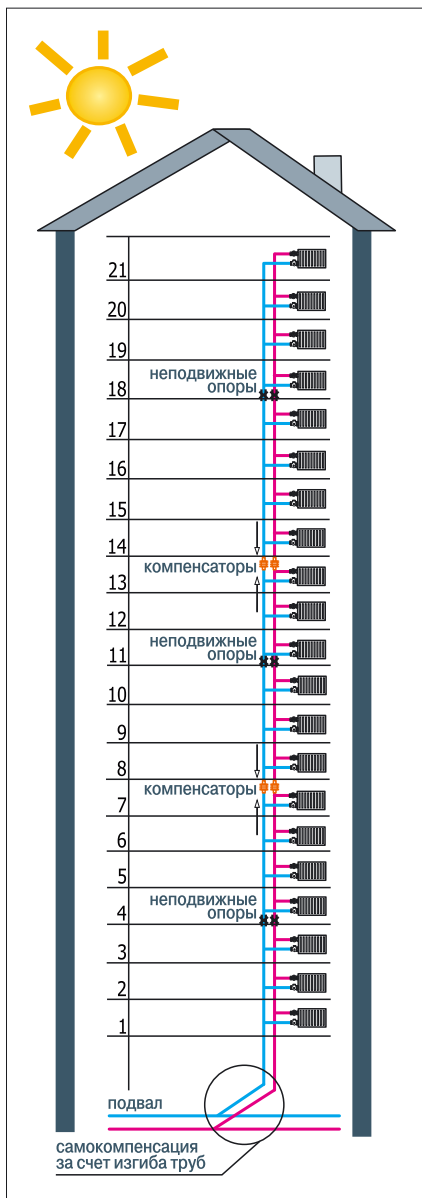
*Продолжение на стр. 23.*

■ Типичные ошибки, возникающие при использовании сильфонных компенсаторов

табл. 2

ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ	
Максимальное температурное удлинение компенсируемого участка превышает осевой ход компенсатора при сжатии (см. технические характеристики)	Компенсатор работает в режиме перегрузки, что резко сокращает срок его службы
Максимальное температурное удлинение компенсируемого участка значительно меньше, чем осевой ход компенсатора при сжатии (см. технические характеристики)	Установлено слишком много компенсаторов. Перерасход средств Заказчика
На стальных трубопроводах запроектированы латунные компенсаторы для медных и пластиковых труб	Тонкостенные латунные компенсаторы изготавливаются специально для менее жестких, чем стальные, медных и металлопластиковых стояков. Существует опасность аварии
Для компенсации температурных удлинений применяют виброкомпенсаторы	После завершения указанного в паспорте пятилетнего срока эксплуатации (если их своевременно не заменила соответствующая служба) виброкомпенсаторы зачастую выходят из строя
Устанавливают на водопровод компенсаторы для отопления	— Приходится сваривать «черную» сталь с оцинкованной, что недопустимо. Стык недолговечен — Компенсатор для водопровода должен быть полностью изготовлен из пищевой нержавеющей стали. Из «непищевой» нержавеющей вымываются токсичные вещества, при этом ухудшается качество воды. Допустимое присоединение к оцинкованному водопроводу — на фланцах или резьбовое
Закладывают в проект малоизвестные непроверенные модели, не имеющие серьезной технической документации или недавно разработанные	Возможны массовые поломки компенсаторов в течение двух-трех лет эксплуатации. Существует опасность несоответствия компенсаторов декларируемым в их технической документации характеристикам. Лучше не экспериментировать
Используют модели, в технических характеристиках которых указан полный осевой ход без учета 1000 циклов срабатывания и осевой ход при сжатии без учета 10 000 циклов срабатывания	Возможно, характеристики завышены. Компенсатор при этом работает с большими перегрузками, что резко сокращает срок его службы. В технических характеристиках обязательно должны быть указаны эти параметры
Применение на вертикальных стояках моделей для горизонтальных трубопроводов (без солидной внутренней или наружной направляющей гильзы или других направляющих)	— Такой компенсатор сложно правильно смонтировать на вертикальном трубопроводе (возникают трудновыполнимые требования к направляющим опорам). Есть вероятность поломки компенсатора в первый-второй сезон эксплуатации — Повышенная нагрузка на неподвижные опоры по сравнению со специальными компенсаторами для вертикальных стояков — Осевой ход компенсаторов для теплотрасс не соответствует нормам для внутренних инженерных систем и требует пересчета. Снижается срок службы
Применяют компенсаторы на непрямолинейном участке	Под действием распорного усилия сильфона «плечо» трубопровода отгибается. Сильфон при этом теряет устойчивость и компенсатор ломается
ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ МОНТАЖНИКОВ	
Не ставят неподвижные опоры, хотя это требование техпаспорта	При опрессовке под действием некомпенсированного опорными распорного усилия сильфон разворачивает как «гармошку». Компенсаторы выходят из строя
Меняют запроектированные модели на более дешевые «ну точно такие же, только другого производителя», иногда по принципу «два гарантийных года отстоят, а дальше уже не мои проблемы»	Велика вероятность массовых аварий в течение одного-пяти лет эксплуатации
При производстве электросварочных работ пропускают ток через стояк и компенсатор	Возможна протечка сильфона
Допускают гидроудары	Возможна массовая поломка компенсаторов
Сдавливают, растягивают (если это не требование техпаспорта), скручивают или изгибают компенсаторы при монтаже	Резко снижается срок эксплуатации. Возможны аварии
ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ ПРОДАВЦОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ	
«На глазок» меняют запроектированные компенсаторы на свои (по диаметру и иногда завышенному осевому ходу) без учета технических характеристик проектных компенсаторов и изучения проекта	Велика вероятность неравноценной замены. Резко снижается срок эксплуатации, возможны аварии
Полный осевой ход компенсатора декларируют не из учета 1000 циклов срабатывания, а меньшего количества (иногда — 200 циклов), что недопустимо	Сильфон компенсатора при эксплуатации может сжаться с превышением допустимой нормы и попасть в область пластических деформаций. Резко снижается срок эксплуатации. Возможны массовые аварии
Имеют поверхностное представление о требованиях к компенсаторам для вертикальных трубопроводов жилых зданий (т.к. в России этих стандартов нет) и необходимости их строгого соблюдения. По незнанию или, не осознавая последствий, сертифицируют технически несовершенные компенсаторы. При аварии прикрываются фразой: «А мы всего лишь продавцы. Вот у нас сертификат. Какие к нам претензии?»	Возможны массовые отказы в течение двух-семи лет эксплуатации
ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ ОРГАНОВ СЕРТИФИКАЦИИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ	
Зачастую не имеют представления о требованиях к компенсаторам для вертикальных трубопроводов жилых зданий. Например, сертифицируют без проверки на число циклов срабатывания	Велика вероятность ошибочной сертификации низкокачественных компенсаторов
Сертифицируют компенсаторы с приварными патрубками из «черной» стали для использования в системах водоснабжения	Нарушение СНиП. Нельзя сваривать «оцинковку» с «черной» сталью
Сертифицируют компенсаторы с внутренней гильзой из «черной» стали	— При эксплуатации тонкостенная внутренняя гильза из «черной» стали разрушается в течение одного-трех лет, и перестает выполнять функции сохранения устойчивости сильфона. Возможны массовые поломки компенсаторов в течение двух-трех лет эксплуатации — В систему попадает ржавчина, забивая терморегуляторы и балансировочные вентили, происходит гидравлическая разбалансировка. Возникают проблемы с распределением теплоносителя
Сертифицируют неполнопроходные компенсаторы или компенсаторы без внутренней гильзы	Возникают дополнительные гидравлические потери, снижающие энергоэффективность и регулируемость системы
ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ ЖИЛЬЦОВ	
Демонтируют сильфонные компенсаторы	Некомпенсированное температурное удлинение может привести к выгибанию стояка, изгибу подволок и разрушению радиаторной обвязки (терморегулирующих клапанов)





■ Рис. 2. Принципиальная схема монтажа

с первый по четвертый этажи температурное удлинение самокомпенсируется за счет «плеча» изгиба трубы в подвале. Перед нами стоит задача компенсировать температурное удлинение стояка между 4–18 этажами.

Расчет удлинения участка трубопровода производим по формуле:

$$\Delta L = 0,012HN(t_{\max} - t_{\min}),$$

где  $\Delta L$  — удлинение компенсируемого участка, мм; 0,012 — коэффициент теплового удлинения для «черной» стали, мм/(м·°C);  $H$  — высота этажа, м (2,8 м);  $N$  — количество этажей между неподвижными опорами на компенсируемом участке (принимаем семь этажей);  $t_{\max}$  — максимальная температура теплоносителя (+90°C);  $t_{\min}$  — минимальная температура стояка в момент врезки компенсаторов (не ниже -10°C).

Находим удлинение участка между четвертым и восемнадцатом этажами:

$$\Delta L = 0,012 \times 2,8 \times 14 \times [90 - (-10)] = 47 \text{ мм.}$$

Диаметр компенсатора должен быть равен диаметру стояка. При 1000 полных циклов сжатия осевой ход компенсатора «Энергия» равен 40 мм. При 10 000 циклов (в соответствии с DIN) осевой ход равен 40/1,5 = 27 мм. Удлинение компенсируемого участка делим на осевой ход при 10 000 циклов: 47/27 = 1,74. Округляем в большую сторону. Получаем два компенсатора (с суммарным сжатием 27 × 2 = 54 мм > 47 мм).

Ответ: нам необходимо установить два компенсатора Ду25 «Энергия-Термо». Компенсаторы установим на 7 и 13 этажах. Неподвижные опоры установим на 4, 11 и 18 этажах.

### Типичные ошибки, возникающие при использовании осевых сильфонных компенсаторов

На основании накопленного 10-летнего опыта можно сделать выводы (табл. 2):

- 90% проектировщиков допускали ошибки при проектировании СК на вертикальных стояках;
- 90% монтажников монтировали СК с ошибками, которые впоследствии отразились или отразятся на сроке службы СК;
- 90% продавцов компенсаторов (в т.ч. и я в начале карьеры) продавали модели, не соответствующие требованиям проекта;
- 90% представленных на российском рынке российских и неевропейских производителей изготавливали и поставляли продукцию, не соответствующую по своим техническим характеристикам международным стандартам для внутренних инженерных систем.

В России в области знаний о сильфонных компенсаторах для вертикальных стояков даже среди специалистов высочайшей квалификации широко распространена неполная информированность, а в общем существует подход «авось пронесет». Почему сложилась такая ситуация? В чем же корень проблемы?

Двухтрубная система отопления в СССР в многоэтажках практически не применялась, а значит, компенсаторы для вертикальных стояков не требовались. Поэтому для них не были разработаны серьезные научно обоснованные стандарты. Некоторые данные в учебниках есть, но они разрозненные и противоречивые. А у российских же технических специалистов до серьезных исследований в этой области пока не доходят

руки. При этом нюансов масса. У строителей нет серьезной информации. Следствием отсутствия теоретических знаний является движение путем проб и ошибок. Поэтому происходило и происходит громадное число поломок и аварий по вине ведущих проектировщиков, авторитетных монтажников и производителей этой вроде бы простой продукции. Часто происходит перерасход средств заказчиков, т.к. проектировщики, перестраховываясь, применяют слишком дорогие модели там, где можно обойтись более простыми, того же производителя. Иногда количество компенсаторов в проекте больше, чем необходимо.

Очень часто вижу, что монтажники, желая сэкономить, покупают (иногда сами того не подозревая) некачественные или несоответствующие стандартам для жилых зданий компенсаторы, доверяя сертификатам. А сертификаты качества выдаются без проведения серьезных испытаний и детального изучения конструкции. Да и как понять производителям, продавцам и служащим органов сертификации, является ли оборудование качественным или нет, когда отсутствует российский стандарт?

Как правило, некачественные или неправильно примененные компенсаторы приходят в аварийное состояние через 5–7 лет эксплуатации. В Москве новостроек (с двухтрубной системой отопления) с такими проблемами не менее 25%. Видимо, ситуация улучшится только тогда, когда будут разработаны и повсеместно внедрены вышеуказанные нормативы (хотя бы на базе DIN и TUV).

Господа эксперты и специалисты! Приглашаем вас к диалогу, чтобы совместными усилиями разработать российские нормативы на осевые сильфонные компенсаторы для вертикальных стояков. Также мы проконсультируем и попытаемся помочь всем, у кого возникли проблемы с этим оборудованием. При необходимости вышлем бесплатное пособие для проектировщиков ОВ и ВК, а также подробные инструкции по монтажу. □



«Компенсаторы Протон-Энергия»

Тел.: (495) 765-56-70, (499) 940-75-50

E-mail: info@compensators-energy.ru

www.compensators-energy.ru

# Полипропиленовые трубы: испытания на прочность

Современные полипропиленовые трубы обладают многими достоинствами: их удобно транспортировать и легко монтировать, пластик не подвержен коррозии, не нуждается в покраске, гладкая внутренняя поверхность позволяет снизить риск засорения внутреннего сечения до минимума; срок службы пластиковых труб 25–50 лет (в зависимости от характера эксплуатации), что значительно больше, чем у аналогичных систем из другого материала. Впрочем, даже сделав выбор в пользу пластиковых систем, клиент будет вынужден разбираться во множестве нюансов.

Современные полипропиленовые трубы обладают многими достоинствами: их удобно транспортировать и легко монтировать, пластик не подвержен коррозии, не нуждается в покраске, гладкая внутренняя поверхность позволяет снизить риск засорения внутреннего сечения до минимума; срок службы пластиковых труб 25–50 лет (в зависимости от характера эксплуатации), что значительно больше, чем у аналогичных систем из другого материала.

Впрочем, даже сделав выбор в пользу пластиковых систем, клиент будет вынужден разбираться во множестве нюансов.

## Делаем выбор

Зачастую большое количество предложений порождает проблему — трудно определить, что выбрать. Ситуация с пластиковыми трубами схожая — десятки компаний предлагают российскому покупателю продукцию, по внешнему виду почти ничем не отличающуюся. По заверениям продавцов, свойства тоже схожие.

В последнее время на рынке полипропиленовых труб появились трубы, армированные алюминием и не требующие предварительной зачистки для сварки. Сравнению прочностных свойств этих полипропиленовых труб и посвящена данная статья.

Чтобы покупателям было проще ориентироваться во всем многообразии пластиковых водопроводных систем, независимые эксперты аккредитованной испытательной лаборатории ИЛ «Пласт Тест» исследовали несколько особенно популярных продуктов на российском рынке. Главная цель — определить стойкость труб при постоянном внутреннем давлении на соответствие техническим требованиям ГОСТ Р 52134 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления» (п. 5.1.1.2).



Завод по производству полипропиленовых труб

www.worldwallpaper.com

Для исследования были отобраны трубы примерно одной ценовой категории. Испытывались следующие напорные трубы: фольгированные 32\_5,4 PN25 Design OXY Plus Kombi, фольгированные 20\_3,4 PN25 Design OXY Plus Kombi, 32-PN25 (без маркировки, произведено в Китае), 32-PN25 Pro Aqua Stabi PP-R/AL/PP-R.

Взятые для испытания трубы изготовлены из PPRC (Poly Propylene Random Copolymer) — сополимер полипропилена. Трубы PPRC применяются в системах холодного и горячего водоснабжения, канализации, отопления с температурой не выше 100 °С. Также полипропиленовые трубы используются для транспортировки химически агрессивных составов и сжатого воздуха.

Давление и температура воды — главные факторы, которые влияют на долговечность полипропиленового трубопровода. Для холодной воды производятся трубы с рабочим давлением 1–1,6 МПа, для горячей — 2–2,5 МПа.

Если трубопровод используется для транспортировки холодной воды

(при температуре до +20 °С), срок его службы составляет примерно 50 лет. В горячем водоснабжении срок эксплуатации системы сокращается до 25–30 лет (данные могут несколько отличаться в зависимости от условий эксплуатации).

## Испытания для труб

Поскольку установить количество вторичного сырья, красителей и прочих добавок, которые использовались при производстве труб, не представляется возможным, в процессе тестов специалисты учитывали материал, маркировку труб, геометрические размеры, (толщина стенки, внешний диаметр) и ГОСТ (правила расчета нагрузок при разных температурах).

В испытаниях использовалась установка для определения стойкости труб при постоянном внутреннем давлении фирмы SCITEQ-Hammel. Образцы напорных труб

■ Результаты гидростатических испытаний армированных напорных полипропиленовых труб

№	Образцы напорных фольгированных труб	Время испытаний, ч, не менее (ГОСТ Р 52134)	Начальное напряжение в стенке трубы, кг/см <sup>2</sup> (ГОСТ Р 52134)	Минимальное значение толщины стенки трубы с фольгой, мм	Максимальный средний наружный диаметр трубы с фольгой, мм	Расчетное испытательное давление для трубы с фольгой, кг/см <sup>2</sup>	Испытательное давление для труб с фольгой на давление PN25 (PN20)	Результаты испытаний
1	Труба напорная фольгированная 32×5,4 PN25 Design OXY Plus Kombi	1	160,0	5,4	32,3	64,23	–	Не испытывалась
							–	79,5
2	Труба напорная фольгированная 20×3,4 PN25 Design OXY Plus Kombi	1	160,0	3,3	20,27	62,22	–	Не испытывалась
							–	64,0
3	Труба напорная 32 Pn25 (без маркировки, производство Китай)	1	160,0	4,1	32,39	46,37	–	Не испытывалась
							–	79,5
4	Труба напорная фольгированная 32 PN25 Pro aqua Stabi PP-R/AL/PP-R	1	160,0	6,4	33,88	74,52	79,5	Выдержала испытание с сохранением герметичности

при помощи заглушек специальной конструкции были подключены к установке SCITEQ. Стойкость фольгированных труб проверяли по схеме «Вода в воде» при начальном напряжении в стенке трубы, температуре и времени испытаний согласно ГОСТ Р 52134.

Для труб, заявленных производителем на номинальное давление PN25 (или PN20), испытательное давление было принято из расчета минимального значения толщины стенки  $S_{min}$  и среднего диаметра напорной трубы для давления PN25 согласно требованиям ГОСТ Р 52134 и ТУ 2248-032-00284581-80.

**На финише**

Результаты испытаний можно посмотреть в таблице. Особое внимание стоит обратить на то, что толщина стенки труб разная — от 4,1 мм до 6,4 мм. Соответственно, испытательные давления отличаются в каждом конкретном случае. Минимальное давление — 46,37 атм, максимальное — 74,52 атм. Эти показатели указывают на стойкость трубы.

Как показали испытания, прочность труб при схожей маркировке отличается в 1,6 раз! Максимальная прочность у труб Pro Aqua (см. табл.). Кроме того, из всех исследуемых образцов толь-

ко продукция марки Pro Aqua выдержала испытания давлением в 79,5 атм. Эти данные красноречиво говорят о том, какая продукция прослужит дольше. Хорошо видно, что трубы, не требующие зачистки для сварки с типовыми фитингами (а другие отсутствуют), обладают меньшим внешним диаметром. Если при таком диаметре сохранить толщину стенки, прочность систем сохранится, но проходное сечение будет более узким, соответственно, увеличится сопротивление и уменьшится расход теплоносителя через трубу. Если размер проходного сечения сохранить, то толщина стенки уменьшается, что сказывается на прочности труб.

Результаты испытательного давления закономерны. Все проведенные тесты указывают на прочность трубы и ее стойкость при других давлениях, температурах и сроке эксплуатации. Увы, сейчас ситуация такова, что поставщики довольно активно продвигают новые трубы, по их заверениям, не требующие зачистки. При этом умалчивается, что для этих труб необходима зачистка алюминиевого слоя с торца трубы. Как следствие — у клиента возникают проблемы при эксплуатации системы. □



www.wallpaper.com

# Ржавая вода: проблема и решение

Кто из нас не сталкивался в жизни с проблемой ржавой воды! Для многих картина льющейся из крана воды цвета хорошего кваса стала привычной и не вызывает особого удивления. Тем не менее, когда речь заходит о бане или бассейне, представить такое количество ржавой воды почему-то практически невозможно и даже неприятно: для бань и бассейнов требуется чистая, без вредных примесей вода.

**К**большому сожалению, ситуация с качеством водопроводной воды в нашей стране пока не улучшается: каждая восьмая проба воды не отвечает гигиеническим требованиям и представляет опасность в эпидемическом отношении, а каждая пятая проба нестандартна по химическим показателям. И такой водой пользуется почти половина населения России. Железо, содержащееся в воде, может вызвать у человека аллергические реакции, не говоря уже об эстетическом неприятии такой воды.

Существует ошибочное мнение, что наличие ржавчины в воде является следствием коррозии стальных водонесущих труб. Однако известны случаи, когда через несколько часов после переключения водопровода с неочищенной от примесей железа воды на очищенную воду ржавчина исчезает, что свидетельствует о том, что промывка труб происходит быстро. Поэтому виновата в появлении ржавчины подземная вода, а не трубы.

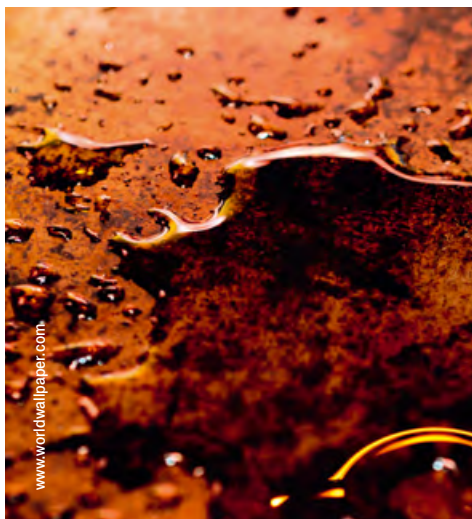
Еще со школьных уроков химии мы знаем, что железо — один из самых распространенных в природе элементов. При обычной температуре это довольно устойчивое вещество, а при воздействии окислителей железо покрывается рыхлой ржавчиной. Концентрация железа в воде тесно связана с содержанием в ней углекислоты: в кислой среде растворимость соединений железа увеличивается, в щелочной — уменьшается (не говоря уже о разнообразии форм, в которых железо может находиться в воде).

Согласно принятым санитарным нормам, содержание общего железа в водопроводной воде не должно превышать 0,3 мг/л, ведь это — тяжелый металл, и наряду с марганцем, никелем, хромом, мышьяком, кадмием, свинцом и медью относится к высокотоксичным и долго сохраняющимся в природе веществам. Зачастую содержание железа в водопроводе превышает норму в пять, а то и в десять и более раз, поэтому проблема обезжелезивания воды стоит особенно остро.



Подземные воды обладают сравнительно высокой защищенностью от загрязнения, прежде всего в бактериологическом отношении, но без специальной обработки и очистки для бань и бассейнов их применять нельзя.

В одном литре речной или озерной воды обычно содержится от 0,01 до 1 мг железа на литр — и эта вода прозрачна. В болотной воде железа много, десятки миллиграммов на литр, и она имеет коричневатый «ржавый» оттенок. Но не всякое железо придает воде такой цвет. В подземных водах железо обычно растворено в двухвалентной форме, причем вода при этом бывает совершенно про-



зрачной. При подъеме на поверхность такая вода приобретает дурной запах и неприятный вкус, а при хранении на воздухе она становится мутно-опаловой, и из нее выделяется буроватый осадок.

Так как же можно очистить подземные воды от соединений железа? На первый взгляд, очень просто. Надо перевести железо в нерастворимую трехвалентную форму и как следует отфильтровать. Но это на словах. На деле проблема весьма широка и обусловлена значительным разнообразием природных условий, в т.ч. разнообразием состава подземных вод, а также форм соединений железа в них. Очистка включает целый ряд физико-химических процессов и сводится прежде всего к скоплению растворенных в воде соединений железа и к последующему их переводу в нерастворимые и слабо растворимые формы. Практически все способы требуют предварительного аэрирования и фильтрации.

Одним из современных направлений нехимической очистки подземных вод является биологический способ, который основывается на использовании микроорганизмов. Самыми распространенными среди них являются железобактерии. Эти бактерии практически «едят» железо, окисляя его до «ржавой» трехвалентной формы. Сами по себе эти бактерии не представляют опасности для организма человека, однако продукты их жизнедеятельности канцерогенны. Долгое время железобактерии были врагом и бичом систем водоснабжения. Например, в условиях малого протока воды через полгода эксплуатации водопровода на внутренней поверхности труб железобактерии образуют обрастания в виде бугров высотой до 10 мм. Именно под такими буграми начинается разру-

шение материала труб, а при более продолжительной эксплуатации образуются свищи. В дальнейшем образование бугров на стенках водопроводов приводит к зарастанию всей внутренней поверхности, что сопровождается потерей напора воды. Интенсивные биообрастания, связанные с жизнедеятельностью бактерий, также происходят и в теплообменных аппаратах систем теплоснабжения; даже относительно тонкий слой обрастания резко снижает эффективность работы систем. В отложениях, образованных железобактериями, находят благоприятные условия для жизнедеятельности и другие бактерии, в т.ч. кишечные палочки, гнилостные бактерии, различные черви и другие. Таким образом происходит вторичное загрязнение воды продуктами жизнедеятельности и разложения этих микроорганизмов, что в свою очередь приводит к существенному увеличению в воде концентрации железа.

В настоящее время установлено более двадцати видов железобактерий, которые широко распространены в различных районах нашей страны. Ликвидация последствий железобактериальных обрастаний — это трудоемкое и не всегда достаточное мероприятие, требующее значительных материальных затрат.

Превратить врага в верного помощника помогли современные нестандартные подходы к очистке воды. Современ-



ные биотехнологии основаны на использовании свойств каталитической пленки, образующейся на песчано-гравийной загрузке, а также на способности тех самых железобактерий обеспечивать течение сложных химических процессов без каких-либо затрат энергии и использования реагентов. Эти процессы являются естественными и «задуманы» самой природой. Обильное развитие железобактерий отмечается в воде с содержа-

нием железа от 10 до 30 мг/л, однако, как показывает опыт, их развитие возможно даже при концентрации железа в сто раз меньше. Единственное условие — это поддержание кислотности среды на достаточно низком уровне при одновременном доступе кислорода из воздуха, хотя бы в ничтожно малом количестве.

Иногда биоочистка является единственно возможным способом приведения воды в нормальное для потребления состояние. На Дальнем Востоке и в Западной Сибири практически все эксплуатируемые водозаборные скважины имеют повышенное содержание железа (до 50 мг/л), иногда оно находится в трудноокисляемых органических комплексах. Как правило, в подземных водах наблюдается высокая (до 300 мг/л) концентрация углекислоты и сероводорода, что свидетельствует о повышенной ее кислотности. Здесь невозможно применить простые способы обезжелезивания воды (с упрощенной аэрацией), нужны более эффективные методы, связанные со специальным культивированием железобактерий на песчано-гравийном основании. Здесь важно отметить, что применение биотехнологии для очистки воды не требует особой подготовки и высокой квалификации персонала.

Наиболее подходящий способ обезжелезивания воды для использования ее в банях и бассейнах в настоящее время — вакуумно-эжекторный (фильтрование воды через колонии железобактерий на медленных фильтрах с песчано-гравийной загрузкой). заключительный этап — сорбционная очистка для задержания продуктов жизнедеятельности железобактерий и окончательное обеззараживание воды бактерицидными лучами. При всех своих достоинствах (экологичности) и перспективности у биоочистки есть только один недостаток — относительно низкая скорость процесса. Это, в частности, означает, что для обеспечения больших производительностей требуются большие габариты. Широкое распространение находят окислительные и ионообменные методы обезжелезивания. □



http://s226.photobucket.com/albums/dd300/Kokusato/engine%20work/



www.forum.c-o-k.ru

Вода — источник жизни. С этим утверждением спорить сложно. Каждому человеку требуется в сутки до трех литров питьевой воды. Помимо этого, вода необходима на хозяйственно-бытовые и производственные нужды. Воды на нашей планете более чем достаточно для удовлетворения нужд каждого человека, но возникает главная проблема — доброкачественность имеющихся водных ресурсов. Большая часть воды на Земле в естественном состоянии непригодна для прямого потребления человеком и использования в промышленных и хозяйственно-бытовых целях.

Автор О. ЦЫРЯПКИНА

## Водоподготовка методом обратного осмоса

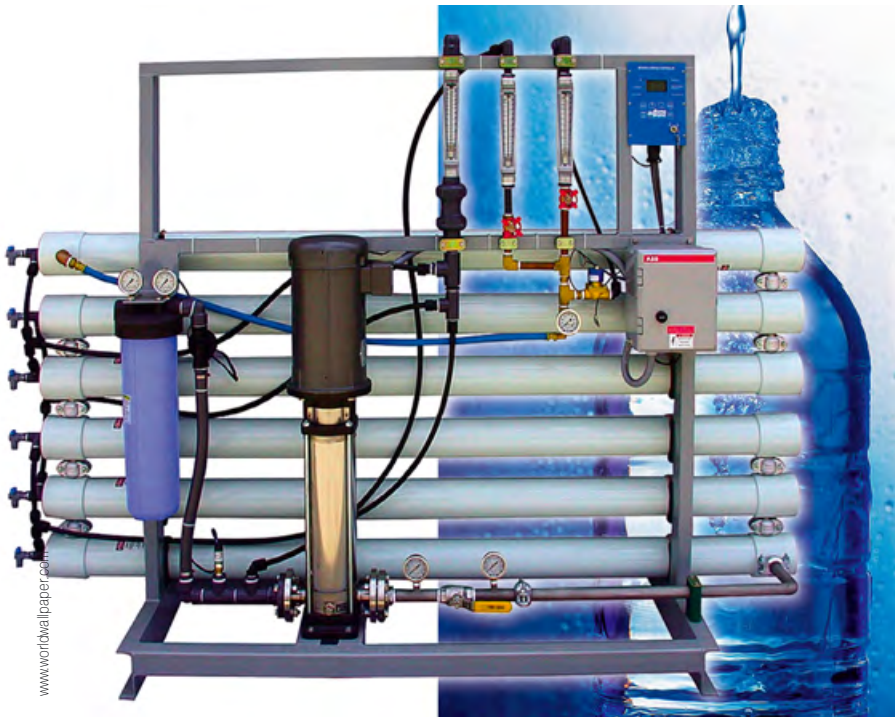
Касаться общемировых проблем дефицита питьевой воды не будем и обратимся к проблеме качества воды на бытовом уровне. Эта проблема в современном мире встает все острее, все большее число людей использует фильтры для обработки водопроводной воды перед ее употреблением или предпочитает покупать питьевую воду специально. Вопрос качества воды остро стоит для различных пищевых и многих других производств. И, наконец, особо важна проблема водоподготовки для энергетического хозяйства.

Способов и методов водоподготовки довольно много, а выбор зависит от конкретных требований к конечному продукту, и конечно, немаловажна экономическая составляющая. Далее будет подробно рассмотрен способ водоподготовки методом обратного осмоса.

### Общие данные по технологии обратного осмоса

В основе водоподготовки методом обратного осмоса лежит процесс, механизм которого заимствован у живой природы: в любом организме обмен веществ, который физически представляет собой проникновение молекул определенного размера через «полупрозрачную» мембрану, разделяющую два раствора с разным содержанием примесей. В результате такой фильтрации молекулы воды могут перемещаться через мембрану, тогда как молекулы ряда растворенных примесей не имеют такой возможности. Толчком к переходу молекул воды через мембрану является разность концентраций растворенных солей в жидкостях. Так происходит перемещение из менее концентрированного раствора в более концентрированный, следствием чего становится

изменение уровней двух жидкостей и появление разности давлений между ними. Таким образом возникает осмотическое давление, которое и определяет скорость перемещения молекул через мембрану. Описанный процесс — это прямой осмос. Обратный осмос возникает в случае приложения внешнего давления к раствору с большей концентрацией солей. При этом переход молекул воды в раствор с меньшей концентрацией солей возможен, только если прикладываемое давление превышает осмотическое. Именно по этому принципу работают все установки обратного осмоса. В упрощенной схеме участвуют два раствора, разделенные мембраной, причем с одной стороны остается вода, лишенная практически всех примесей солей, а с другой — раствор, содержащий высокую концентрацию таких примесей.



### Основные параметры, характеризующие обратный осмос

Интенсивность потока — расход воды в единицу времени через единицу площади поверхности; этим параметром характеризуют поток, проходящий сквозь обратноосмотическую полупроницаемую мембрану.

Селективность (процент задержания) — параметр, определяющий способность обратноосмотической мембраны не допускать переход солей из исходной воды в фильтрат. Селективность выражается в процентах и определяется как разность 100% и соотношения концентраций соли в премаате (потоке обессоленной воды, выходящем из установки обратного осмоса или ультрафильтрации) и в исходной воде.

Селективность обратноосмотических мембран по NaCl колеблется от 98 до 99,7%.

Скайлинг — осаждение малорастворимых солей, например, карбоната кальция, на поверхности мембраны. Получаемый осадок приводит к сокращению потока и уменьшению значений селективности мембраны для различных компонентов.

Степень извлечения воды (процент извлечения) — отношение расхода потока полученной воды к расходу подаваемого потока. Измеряется в процентах и характеризует качество работы не отдельных мембранных элементов, а установки обратного осмоса в целом.

Загрязнение мембраны — осаждение нерастворимых веществ, например бактерий, коллоидов, оксидов, взвешенных частиц и др. на поверхности обратноосмотической мембраны. Этот процесс снижает поток премаата и ведет к падению селективности обратноосмотических мембран.

Индекс насыщения Ланжелье (LSI) — параметр, характеризующий процесс осаждения карбонатов кальция и магния в системах очистки воды. Позволяет предсказывать «поведение» труднорастворимых карбонатов при заданных условиях. Производители обратноосмотических установок могут использовать этот показатель для определения максимальной степени извлечения воды и значений селективности, которые можно получить в конкретной системе водоподготовки, прежде чем осаждение труднорастворимых карбонатов начнет серьезно влиять на процесс. Рассматриваемый параметр используется при выборе методов предварительной обработки воды.

Индекс плотности осадка (SDI) — показатель, характеризующий способность фильтруемой воды загрязнять мембранный элемент или забивать осадком фильтр.

### Качество воды, полученной методом обратного осмоса

В процессе работы установки происходит удаление из воды молекул растворенных примесей. Фактически в ре-

зультате получается деминерализованная вода. Применение данной технологии позволяет проводить очистку воды, снижая содержание следующих растворенных соединений:

- кальций, магний, железо, марганец;
- медь, свинец, кадмий, радиоактивные изотопы;
- фториды;
- хлориды, нитраты, нитриды, фосфаты;
- растворенный хлор;
- органические соединения, в т.ч. пестициды.

Утверждать, что полученный фильтрат полностью лишен растворенных солей, было бы неправильно, однако он превосходит по своим качествам (в отношении содержания растворенных примесей) воду, пропущенную через механические фильтры и прошедшую обработку с помощью угольных фильтров.

Качество фильтрации зависит от ряда параметров, ведущее место среди которых занимает давление. В перечень влияющих на качество фильтрации факторов входят температура воды, уровень pH, а также химический состав воды. Далеко не последнюю роль играет и материал мембраны. Роль давления в процессе обратного осмоса можно признать определяющей, его повышение приводит к улучшению качества фильтрации. Влияние температуры в процессе водоподготовки методом обратного осмоса как физического процесса также вполне очевидно, и подробно останавливаться на этом вопросе не будем.

Мембраны, применяемые в технологии обратного осмоса, могут быть ацетатцеллюлозные, полиамидные (тонкопленочные) и полисульфоновые. В зависимости от используемой мембраны степень очистки от неорганических веществ составляет 85–98%.

Качество очистки от органических веществ во многом зависит от их молекулярной плотности. Большой размер вирусов и бактерий затрудняет их переход в фильтрат и практически исключает его.

### Область применения установок водоподготовки, работающих на основе метода обратного осмоса

Технология обратного осмоса широко применяется для подготовки воды в таких отраслях, как:

- пищевая промышленность — производство безалкогольных напитков, молочных продуктов, пищевых продуктов;



www.ofdval.ru

- медицина — подготовка воды для гемодиализа, для приготовления лекарственных форм и инъекций;
- фармацевтическая промышленность — производство лекарственных препаратов;
- химическая промышленность — изготовление чистых реактивов, а также средств бытовой химии и т.п.;
- микроэлектроника — глубокое предварительное обессоливание воды перед стадией полной ее деионизации;
- теплоэнергетическая промышленность — водоподготовка для котельных и электростанций;
- подготовка воды для бытовых нужд.

**Преимущества и недостатки применения обратно-осмотических установок**

Большим и неоспоримым преимуществом применения установок обратного осмоса является качество получаемой воды. В ряде случаев сегодня такой вариант водоподготовки остается практически единственным, позволяющим получить воду необходимого качества.

К преимуществам обратноосмотических установок можно отнести также:

- довольно чистые стоки, сбрасываемые в дренаж;
- отсутствие большого реагентного хозяйства;
- возможность изменять производительность установки и качество получаемой воды, применяя мембраны различной селективности;

- низкие по сравнению с рядом других установок эксплуатационные затраты;
- компактность;
- возможность варьировать до определенного предела как уровень автоматизации процесса, так и соответственно размер установки.

Однако необходимо учесть и недостатки применения установок обратного осмоса:

- высокая стоимость;
- низкая производительность — в ряде случаев не обойтись без накопительной емкости, а также низкий КПД по фильтруемой воде (в дренаж сбрасывается до 50–75 % очищаемой воды);
- необходимость предварительной подготовки воды (к этому же пункту можно отнести и то, что коллоидные и взвешенные вещества, если они присутствуют в воде, приводят к загрязнению мембран и связанным с этим отрицательным последствиям);
- проблемой может стать низкая стойкость ряда мембран к окислителям, а полимерные мембраны легко подвергаются микробиологическому разрушению.

**Оборудование для водоподготовки на основе метода обратного осмоса**

Установки обратного осмоса предъявляют к исходной воде ряд требований, нарушение которых может вести к снижению производительности или даже к преждевременному выходу оборудования из строя. Перечислим основные

параметры, которым должна соответствовать исходная вода для стандартной установки:

- температура фильтруемой воды 8–30 °С;
- общая минерализация до 3000 мг/л;
- жесткость до 3 мг÷эquiv/л (в случае наличия антискаланта может достигать 30 мг÷эquiv/л);
- содержание железа до 0,1 мг/л (при наличии антискаланта может достигать 3 мг÷эquiv/л);
- содержание марганца до 0,05 мг/л (в присутствии антискаланта может достигать 0,1 мг÷эquiv/л);
- содержание силикатов до 20 мг/л (в случае наличия антискаланта может достигать 250 мг÷эquiv/л);
- содержание хлора до 0,1 мг/л;
- химическое потребление кислорода до 4 мг/л.

Основной расходный элемент установки — мембраны. Именно они являются «узким местом» и обуславливают требования к исходной воде. Остановимся более подробно на мембранах обратного осмоса. Это тонкие пленки, структура которых призвана обеспечить селективное пропускание растворенных веществ сквозь себя. В настоящее время применяют три типа мембран: ацетатцеллюлозные, полиамидные (тонкопленочные) и полисульфоновые. Эти мембраны отличаются селективностью и выбираются исходя из состава исходной и требований к очищенной воде.

Мембрана может обладать гомогенной или асимметричной структурой. Первые в поперечном сечении отличаются однородной структурой, которая наблюдается даже при стократном увеличении образца. Мембраны с максимальной гомогенностью разработаны и используются для микрофильтрации и гемодиализа. Однако необходимо учитывать и такой параметр, как скорость потока. Так, любая мембрана не только препятствует прохождению в фильтрат растворенных примесей, но и снижает скорость пропуска растворителя через себя. Для повышения скорости фильтрации разработаны асимметричные мембраны. Их материал состоит из двух параллельных слоев и вследствие этого имеет асимметричное поперечное сечение.

Асимметричные мембраны отличаются более тонким селективным слоем, что позволяет повысить интенсивность потока. Прочность конструкции обеспечивается вторым, более толстым поддерживающим слоем, который в свою оче-



## Запорная арматура для систем водоснабжения, отопления и канализации

### Дисковые поворотные затворы

ТЕКФЛАЙ (Ду 40 - 300 / Ру 16)

ТЕКЛАРЖ (Ду 350 - 1200 / Ру 10)

Стандартное применение: различные среды, вода, морская вода, углеводороды, кислоты...



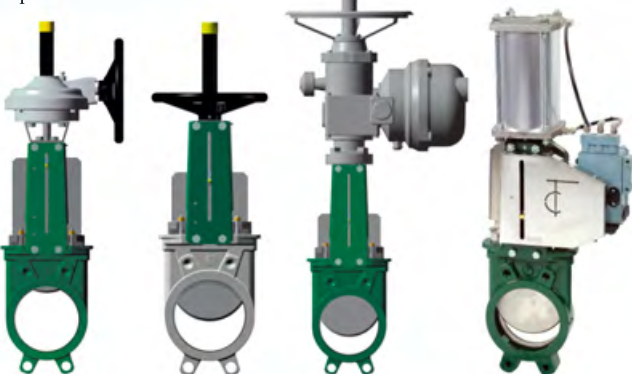
### Шиберные ножевые задвижки

Стандартное исполнение от Ду 50 до Ду 1500

VG 3400 корпус из чугуна

VG 6400 корпус из нержавеющей стали

Стандартное применение: сточные воды и канализация, водоподготовка, сыпучие и вязкие среды, целлюлозное и бумажное производство, химическая промышленность...



### Обратные клапаны



#### Шаровые обратные клапаны

Стандартное применение: сточные воды, вязкие среды, системы водоочистки, водоподготовки, насосные станции...

#### Обратные одностворчатые и двухстворчатые клапаны

Стандартное применение: распределение и подготовка воды, насосные и тепловые системы, системы кондиционирования, углеводородные, оросительные системы...

### Задвижки с обрешиненным клином

Стандартное применение: водоснабжение, пожаротушение...



### Мембранные вентили

Прямой проход / дугобразный проход

Стандартное применение: химическая промышленность, водоподготовка, агрессивные среды, кислоты, хлор...



### Воздушные сбросные клапаны и разборные соединения



редь имеет открытую пористую структуру. Слои могут быть изготовлены из одного и того же материала (например, для асимметричных мембран это ацетат целлюлозы) или материалы могут отличаться (тонкопленочные составные (композитные) мембраны). Мембраны, используемые в оборудовании для очистки воды, бывают двух видов: плоские листы и полые волокна.

Для получения питьевой воды применяют мембранные аппараты с рулонным фильтрующим элементом. Он представляет собой мешок, три кромки которого герметично закрыты, а четвертая крепится к перфорированной трубке для отвода фильтрата и вместе с сеткой-сепаратором накручивается на нее. Фильтруемая вода движется в продольном направлении по межмембранным каналам, фильтрат по дренажному материалу поступает в отводимую трубку. Трубки, отбирающие фильтрат, связаны между собой и образуют общую систему. Первый и последний мембранные элементы соединены концевыми пластинами корпуса. Мембранные элементы переложены прокладкой, которая препятствует попаданию потока воды между краем мембранного элемента и внутренней стенкой корпуса. Это направляет поток, который начинает двигаться, проходя через последующие мембранные элементы. Таким образом осуществляется процесс фильтрации. После прохождения фильтрующейся воды через каждый последующий мембранный элемент ее часть переходит в фильтрат. Фильтрат первого мембранного элемента от входного патрубка питающей воды имеет самое низкое содержание солей. Пермеат отводится от каждого элемента.

Как уже отмечалось, мембрана — наиболее уязвимая часть оборудования, и для нормальной работы последнего без преждевременного выхода из строя и потери производительности вода перед поступлением на процесс обратного осмоса проходит предварительную подготовку. Обычно проводят предварительную очистку от механических примесей, кислот и окислителей до соответствия воды заданным нормам. Приведем пример схемы такой подготовки:

- очистка от взвесей с помощью механического префильтра, засыпка которого может варьироваться в зависимости от исходной воды (первая ступень);
- удаление активного хлора и органики с помощью фильтрующего элемента на основе гранулированного активированного угля — при повышенной жестко-

сти на этом этапе в фильтрующий элемент может быть включена ионообменная смола или кристаллы гексаметафосфата (вторая ступень);

- дополнительная очистка с помощью фильтра (механического или с прессованным активированным углем).

Базовая комплектация установки обратного осмоса включает:

- оборудование для подачи исходной воды;
- префильтр (блок фильтров);
- мембранодержатели с обратноосмотическими рулонными элементами. Устанавливаются корпуса с заключенными в них рулонными элементами; каждый из корпусов обычно содержит от 1 до 7 элементов;
- насос (блок насосов высокого давления);
- регулирующие вентили (дозаторы кислоты);
- датчики;
- порт подключения химической промывки (блок промывки).

Дополнительно в состав установки обратного осмоса могут входить различные устройства автоматизации и слежения за качеством реагентов, что актуально для промышленных применений.

Производительность установок обратного осмоса обычно рассчитывается по пермеату и составляет, как правило, до 75%. Максимальное рабочее давление стандартных установок не должно превышать 16 бар (оно преимущественно находится в пределах от 6 до 16 бар), поскольку в установках используются трубы ПВХ, не допускающие большее давление. Если есть необходимость подавать на обратноосмотическую установку воду с общей минерализацией, превышающей 3000 мг/л, то применяется оборудование с металлическими трубами, что, однако, значительно удорожает систему. В определенной степени давление можно регулировать (снижать) сбросом концентрата, но это уменьшает производительность установок обратного осмоса. Максимальное рабочее давление установки обратного осмоса — 25 бар.

В ряде случаев при особых требованиях к конечной воде процесс ведут в несколько ступеней.

Проблемы, возникающие при эксплуатации установок, основанных на методе обратного осмоса

Самой частой проблемой, возникающей при эксплуатации установки, является снижение ее производительности. Причин этому может быть несколько. Основные из них следующие:

- неправильная регулировка потоков пермеата, концентрата и рециркуляции;
- вода, поступающая на доочистку, не соответствует заданным требованиям (предварительная обработка воды была проведена в недостаточной мере);
- нарушаются правила эксплуатации установки — не проведена профилактическая химическая промывка мембран (она должна проводиться профилактически раз в год или при снижении производительности установки более чем на 20%, однако слишком частые промывки также противопоказаны. Если система требует более частых промывок, чем рекомендовано производителем, то это сигнал неправильного подбора системы).

Коснемся также вопроса использования обратноосмотической воды для питья и приготовления пищи. Деминерализованная вода хороша для применения в промышленности и для хозяйственно-бытовых нужд, снижая риск образования накипи и выхода из строя ряда промышленных или бытовых установок. Однако потребителей может смущать практически полное отсутствие минералов в питьевой воде. Если возникает потребность получать воду с более высоким, чем в обратноосмотической, содержанием микроэлементов, то используют предусмотренные производителем в системах водоподготовки специальные минерализаторы. Растворенные минералы не усваиваются организмом, однако обогащенная ими вода приобретает более привычный вкус.

### Заключение

В любой отрасли промышленности универсальной технологии нет и, наверное, не будет. Каждая применяемая технология имеет свои достоинства и слабости. Не является исключением и водоподготовка методом обратного осмоса. Преимущества и недостатки этой технологии известны. Однако надо заметить, что для некоторых производств технология водоподготовки методом обратного осмоса остается практически единственным приемлемой. В качестве путей совершенствования и преодоления ряда основных недостатков можно выделить:

- увеличение долговечности обратноосмотических мембран;
- улучшение предварительной подготовки воды;
- повышение уровня автоматизации процесса;
- и, естественно, поиск путей увеличения производительности установок по очищенной воде. □



## МЕТАНТЕНКИ – УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ С ПОЛЬЗОЙ

Согласно директиве Европейского Союза все страны-члены ЕС обязаны увеличить переработку своих отходов до 50% от общего объема к декабрю 2010 г. В нашей стране пока такого закона не существует, однако мусор имеется и у нас, и утилизировать его получается далеко не всегда, а без ущерба для экологии вообще крайне редко. В связи с этим современное человечество начало уделять пристальное внимание оборудованию по переработке отходов, к которому принадлежат и метантенки. Этим установкам удается извлекать из мусора пользу для окружающей среды.

**Автор** Галина МОКРИНСКАЯ, компания «ЛИТ-Трейдинг»

Основная задача метантенков — переработка отходов. Но, в отличие от тех же мусоросжигательных заводов, метантенки дают на выходе полезный продукт — биогаз, который можно впоследствии использовать для промышленных и коммунальных нужд. Как следствие, предотвращается выброс метана в атмосферу, который, являясь парниковым газом, способствует глобальному потеплению. Динамика роста цен на энергоносители и конечность запасов месторождений природного газа также все чаще подталкивают людей к мысли об удобстве получения газообразного топлива из альтернативных источников.

### Понятие «метантенк»

Метантенк — железобетонный резервуар для биологической переработки (сбраживания) с помощью бактерий и других микроорганизмов в анаэробных условиях (без доступа воздуха) органической части осадка сточных вод

и других органических отходов, в результате которой выделяется биогаз.

Термин «метантенк» (или, реже, «метантанк») происходит от соединения двух слов, описывающих его назначение и конструкцию, а именно: метан (т.е. газ) и tank (в переводе с английского «бак, цистерна»). В современной литературе все чаще можно встретить также название «метатенк» (т.е. без «н» в середине слова), и даже этимологическое толкование подобного написания: дескать, первая часть происходит от греческого слова «мета», означающего «между, после, через». Такое написание, как очевидно из абсурдности последнего объяснения, является ошибочным. Широкое распространение оно получило, по-видимому, вследствие более легкого голосового воспроизведения по сравнению с корректным вариантом (сказать «метатенк» намного проще, чем «метантенк»), а также из-за небрежного прочтения нескольких одинаковых букв в разных частях слова

(в слове «метантенк» встречаются по две буквы «е», «н» и «т», идущих друг за другом в разном порядке).

Что интересно, чаще всего в технических материалах встречаются сразу оба варианта. Неправильный вариант выносится в основном в заголовок, а в текст включается верное написание. Этим грешат даже законодательные акты.

Пример из «Инструкции по безопасной эксплуатации очистных сооружений предприятий нефтеперерабатывающей промышленности (утв. Минтопэнерго РФ)», введенной в действие 1 июля 1995 г.» (тут, правда, наоборот: в заголовке — верно, а в тексте ошибка): «4.3. Метантенки ... 4.3.3. Метан — горючий газ, образующийся при сбраживании осадков сточных вод в метатенках, не имеет сильного запаха и в два раза легче воздуха». Пример с сайта ruspravо.org.

### Что такое «биогаз»

Биогаз — газ, получаемый метановым брожением биомассы. Биомассой называют любые органические отходы (часть бытового мусора, отходы пищевой промышленности, канализационные стоки) и энергоносители растительного происхождения (дерево, трава, водоросли).

Биогаз состоит на 40–87 % из метана, и на 13–50 % из углекислого газа, а также незначительных примесей водорода и сероводорода. После очистки биогаза от CO<sub>2</sub> получается биометан. Биометан — полный аналог природного газа, отличие только в происхождении. Выход биогаза зависит от содержания сухого вещества и вида используемого сырья.

### Анаэробное сбраживание

Метантенк может быть использован как самостоятельный объект или как звено в цепочке водоочистных сооружений. В качестве самостоятельного объекта метантенки используются для переработки органических отходов. Например, из одной тонны навоза крупного рогатого скота получается 50–65 м<sup>3</sup> биогаза с содержанием метана 60 %, из 1000 кг различных растений — 150–500 м<sup>3</sup> биогаза с содержанием метана до 70 %. Максимальное количество биогаза — 1300 м<sup>3</sup> с содержанием метана до 87 % — можно получить из тонны жира. В биогазовых расчетах используется понятие сухого вещества (СВ или английское TS) или сухого остатка (СО). Вода, содержащаяся в биомассе, газа не дает. На практике из 1 кг сухого вещества получают от 300 до 500 л биогаза. Кроме отходов, биогаз можно производить из специально выращенных энергетических культур, например, из силосной кукурузы, и водорослей. Выход газа может достигать 500 м<sup>3</sup> из 1 т.

В масштабах города метантенк может быть использован как звено в цепочке водоочистных сооружений. В метантенк подается обычно смесь сырого (свежего) осадка из первичных отстойников и избыточный активный ил из вторичных отстойников после аэротенков. Активный ил создается из взвешенных частиц в сточной жидкости, не задержанных первичным отстойником, и адсорбируемых коллоидных веществ с размножающимися на них микроорганизмами. Для поддержания требуемого режима сбраживания надлежит предусматривать загрузку осадка в метантенки, как правило, равномерную в течение суток.

### Суточная доза загрузки

табл. 1

Режим сбраживания	Суточная доза загружаемого осадка, %				
Мезофильный	7	8	8	9	10
Термофильный	14	16	17	18	19
При влажности загружаемого осадка (не более), %	93	94	95	96	97

### Стадии разложения биомассы

табл. 2

Стадия	Название стадии	Бактерии, под воздействием которых происходит процесс	Происходящий процесс
1	Гидролиз	Гидролизные (ацидогенные)	Нерастворимые органические вещества (белки, углеводы, жиры), присутствующие в биомассе, начинают распадаться на простейшие органические соединения (аминокислоты, сахара, жирные кислоты)
2	Гидролизное окисление	Кислотообразующие (гетероацетогенные)	В результате получаются ацетат, двуокись водорода и свободный водород
3	Образование метана	Метанобразующие	Питательные соединения 2-й стадии преобразуются в метан CH <sub>4</sub> , воду H <sub>2</sub> O, двуокись углерода CO <sub>2</sub>

Одним из наиболее важных параметров, определяющих скорость процесса и производительность анаэробных реакторов, является температура. Выделяют три основных диапазона температур и, соответственно, три группы бактерий, которые обеспечивают биологическое разложение:

- психофильный режим (до 20 °С);
- мезофильный режим (от 25 до 45 °С);
- термофильный режим (от 50 до 65 °С).

Анаэробное разложение происходит, как правило, в мезофильном и термофильном режимах. Чем выше температура, тем быстрее происходят процессы брожения, поэтому термофильный режим в этом случае более производительен. Однако, для того, чтобы использовать термофильный режим, необходимо поддерживать более высокую температуру, что повышает энергозатраты. Поэтому чаще всего используется все-таки мезофильный режим.

Определение вместимости метантенков производится в зависимости от фактической влажности осадка по суточной дозе загрузки, принимаемой для осадков городских сточных вод по табл. 1, а для осадков производственных сточных вод — на основании экспериментальных данных.

Разложение подготовленной биомассы происходит под действием специальных анаэробных бактерий (в зависимости от используемой технологии) в три стадии (см. табл. 2).

Эффективность процесса анаэробного сбраживания оценивается по степени распада органического вещества, количеству и составу образующегося биогаза, которые, в свою очередь, определяются химическим составом осадка, а также

основными технологическими параметрами процесса: доза загрузки метантенка и температура, концентрация загружаемого осадка. Кроме того, существенную роль играют такие факторы как режим загрузки и выгрузки осадка, система его перемешивания и др.

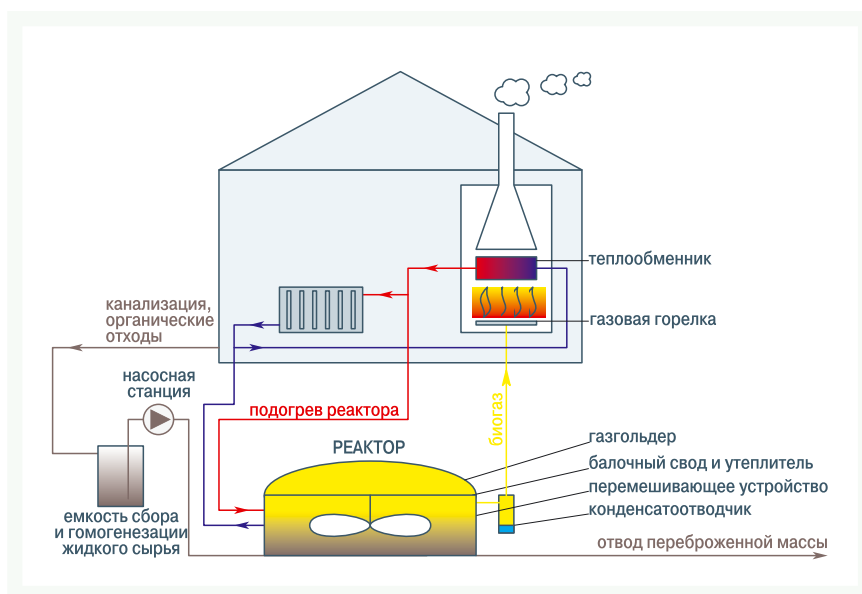
После сбраживания выделяющаяся смесь газов поступает на очистку и постобработку, после чего готова к подаче потребителю.

### Конструкция

Принципиальная схема образования биогаза с использованием метантенков представлена на рис. 1.

Общий алгоритм таков: сначала биомасса подготавливается (необходим специальный уровень кислотности, влажность и т.д.). Для этого используются особые емкости гомогенизации, оснащенные мешалками. Затем биомасса помещается в закрытую емкость (реактор), где происходит анаэробное (т.е. бескислородное) разложение биомассы при строго определенной температуре (около 35 °С).

Если метантенк ориентирован на работу с осадками сточных вод и активным илом, большое значение имеет способ подачи осадка в метантенк, а также выгрузка непригодного «сырья» из метантенка. Дело в том, что в осадках сточных вод довольно существенную долю составляют механические частицы (песок), которые откладываются в метантенке, уменьшая полезный объем. С точки зрения режима подачи осадков наиболее рациональной является эксплуатация метантенков по прямоточ-



■ Рис. 1. Принципиальная схема образования биогаза с использованием метантенка

ной схеме (см. рис. 1), при которой загрузка и выгрузка осадков происходит одновременно и непрерывно (или с минимальными перерывами). Такой режим создает благоприятные температурные условия в метантенке, т.к. исключается охлаждение бродящей массы вследствие залповых поступлений более холодных сырого осадка и избыточного ила. Кроме того, такой режим обеспечивает равномерность газовыделения в течение суток. Осадок подают в верхнюю зону метантенка, а выгружают из самой нижней точки днища. Максимальное удаление друг от друга трубопроводов подачи и выгрузки предотвращает попадание несброженного осадка в выгружаемую массу и, как уже говорилось, позволяет замедлить процесс накопления песка, который вместе с осадком из первичных отстойников попадает в метантенк.

Вследствие того, что газ поступает из сооружения неравномерно, целесообразно на тупиковых концах сети устраивать аккумулярующие газгольдеры (*англ. gasholder, от gas — газ и holder — держатель*), которые выравнивают давление газа в сети. Для приема газа из метантенков используют так называемые мокрые газгольдеры, каждый из которых состоит из резервуара, заполненного водой, и одного (колокол) или двух (колокол и телескоп) подвижных звень-

ев для хранения газа, перемещающихся на роликах по направляющим. При заполнении газом пространства под колоколом последний всплывает, перемещаясь вертикально вверх по направляющим, входит в зацепление с телескопом, поднимает его и продолжает перемещаться под давлением поступающего газа. Колокол и телескоп опираются на направляющие с помощью верхних и нижних роликов. Когда вес колокола с телескопом уравнивается противодавлением газа, подъем колокола прекращается. Благодаря этому при изменении объема газа под колоколом давление в газгольдере и газовой сети остается постоянным. Для увеличения давления газа колокол догружают специальными грузами.

### Подогрев

Энергию для подогрева исходного сырья получают от сжигания газа, полученного в этом же метантенке. В случае с достаточно сухим и подготовленным сырьем, таким как биомасса, достаточно водяного подогрева.

В отличие от схемы с использованием биомассы, осадки сточных вод чаще всего подогревают не водой, а острым паром. Острый (перегретый) пар — это пар, имеющий температуру выше температуры насыщения при том же давлении. Пар низкого давления с температурой 110–112 °С подается во всасывающую трубу насоса при подаче и перемешивании осадка или непосредственно в метантенк через паровой инжектор. Инжекторы устанавливаются в каждом

метантенке. Забирая в качестве рабочей жидкости осадок из метантенка и подавая смесь его с паром снова в метантенк, паровой инжектор обеспечивает и подогрев осадка и частичное перемешивание бродящей массы.

В метантенках тепло расходуется:

- на непосредственный подогрев загружаемого осадка до необходимой расчетной температуры;
- на возмещение потерь тепла, уходящего через стенки, днище и перекрытие метантенка;
- на возмещение потерь тепла, уносимого с уходящими газами.

Тепловой поток  $D$  [Вт], необходимый для подогрева сырого осадка, определяется по формуле:

$$D = Qc(t - t_0),$$

где  $Q$  — расход осадка, кг/ч;  $c$  — удельная теплоемкость осадка, принимаемая равной 4,2 кДж/(кг·К);  $t$  — расчетная температура в метантенке, К;  $t_0$  — температура сырого осадка, поступающего в метантенк, К.

При термофильном процессе сбраживания возрастает расход пара для подогрева осадка. Для уменьшения общего расхода пара может быть применен предварительный подогрев осадка в скрубберной установке или каком-либо другом специальном теплообменнике.

Для обеспечения равномерного подогрева всего осадка и перемешивания вновь поступившей порции со сброженной частью применяют искусственное перемешивание с помощью циркуляционных насосов, насоса с гидроэлеватором или пропеллерными мешалками. Осадок целесообразно перемешивать в течение 2–5 ч в сутки.

### Теплоизоляция

Теплоизоляция купола метантенков выполняется из различных теплоизолирующих материалов. Например, на Курьяновской станции аэрации газовой и теплоизоляция железобетонного перекрытия метантенков выполнена из 4–5 слоев перхлорвиниловой массы, уложенной по всей его поверхности и покрытой цементной стяжкой. Далее идет слой шлака толщиной 500 мм, прикрытый цементной стяжкой, а затем — трехслойная рулонная кровля.

В качестве утеплителей могут быть использованы пенополиуретан, минеральная вата, стекловолокно. Для сокращения затрат на теплоизоляцию стенок метантенка применяют обваловку ре-

зервуара грунтом, либо используют дополнительные ограждающие конструкции, создающие воздушную прослойку между несущей и утепляющей стенками метантенка. Теплотери через стенки метантенков определяются по СНиП, а через стенки, заглубленные в грунт, по формуле:

$$Q_1 = K_y F (t_{в} - t_{н}),$$

где  $Q_1$  — теплотери, Вт;  $K_y$  — условный коэффициент теплопередачи, кВт/( $m^2 \cdot K$ );  $F$  — площадь соответствующей зоны стенки,  $m^2$ ;  $t_{в}$  — температура внутренней стенки,  $K$ ;  $t_{н}$  — температура наружной стенки,  $K$ .

Величина  $K_y$  зависит от заглубления рассчитываемой зоны стенки и при глубине от поверхности земли до 2 м принимается равной 0,464; от 2 до 4 м — 0,232 и от 6 м и выше — 0,0696 кВт/( $m^2 \cdot K$ ).

### Форма резервуара

Размер и габариты метантенков могут различаться в зависимости от конкретно поставленной задачи. В настоящее время разработаны типовые проекты метантенков полезным объемом от 2  $m^3$  и диаметром до 20 м. Для крупных очистных станций разработаны индивидуальные проекты метантенков с полезным объемом 6000–8000  $m^3$ .

Так, объем каждого резервуара метантенков на очистной станции Могден (Англия) равен 3800  $m^3$ , в Буффало (США) — 5660  $m^3$ , в Детройте (США) — 8500  $m^3$ . Кроме крупномасштабных метантенков, решающих проблемы целого города, все большее распространение стали получать так называемые бытовые метантенки. С их помощью можно не только перерабатывать отходы, но и обеспечивать владельцев биогазом для нужд отопления, приготовления пищи, нагрева воды и освещения.

Одновременно с этим в процессе биологической, термофильной, метангенирующей обработки органических отходов образуются экологически чистые, жидкие, высокоэффективные органические удобрения, содержащие минерализованный азот в виде солей аммония (наиболее легко усваиваемая форма азота), минерализованные фосфор, калий и другие, необходимые для растения биогенные макро- и микроэлементы, биологически активные вещества, витамины, аминокислоты, гуминоподобные соединения, структурирующие почву. Одна тонна таких биоудобрений по своему эффекту на растение эквива-

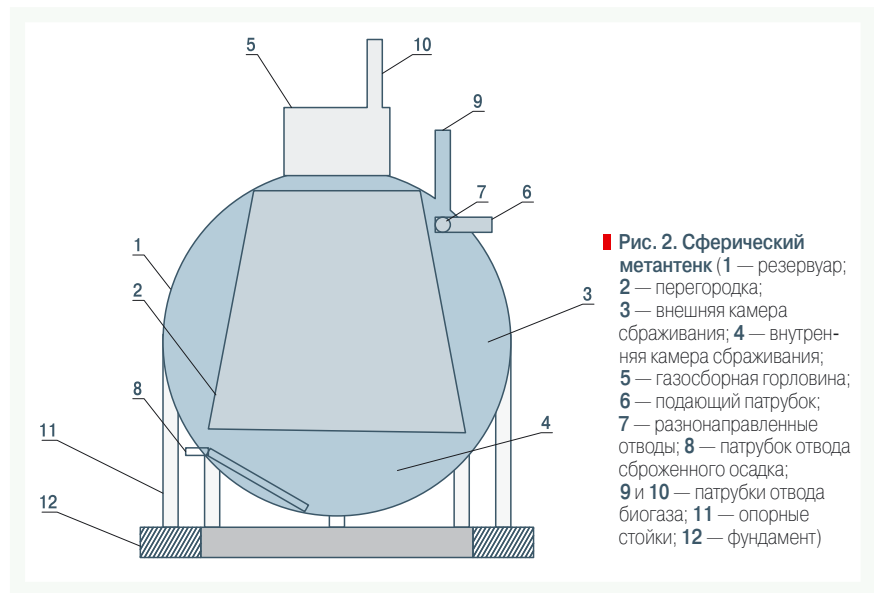


Рис. 2. Сферический метантенк (1 — резервуар; 2 — перегородка; 3 — внешняя камера сбраживания; 4 — внутренняя камера сбраживания; 5 — газосборная горловина; 6 — подающий патрубок; 7 — разнонаправленные отводы; 8 — патрубок отвода сброженного осадка; 9 и 10 — патрубки отвода биогаза; 11 — опорные стойки; 12 — фундамент)

лентна 80–100 т исходного навоза или других органических веществ.

Форма рабочей части метантенка, как правило, бывает цилиндрической с конусовидным верхом и низом (наиболее распространенная), и сферической. С точки зрения теплотерей стенок сферическая форма является более выгодной. Однако, при больших объемах метантенков, это конструктивно сложно осуществить. Поэтому цилиндрическую форму используют в основном при строительстве крупных установок.

Таковы, например, метантенки на Курьяновской станции аэрации с перекрытием в форме полусферы. В верхней части перекрытия метантенка расположена горловина. Поверхность бродающей массы всегда находится выше основания горловины, вследствие чего площадь свободного зеркала в метантенках значительно сокращается. При уменьшении этой площади увеличивается интенсивность газовыделения на единицу площади, что способствует разбиванию корки. При этом площадь горловины резервуара назначается исходя из нагрузки по объему выходящего газа — 700–1200  $m^3/m^2$  в сутки.

Для сбора газа на горловине метантенка установлены газгольдеры. Давление газа в них составляет 3–3,5 кПа. Отечественный опыт показывает, что отношение диаметра метантенка к его глубине должно находиться в пределах 1:1–1:0,8.

В конструкции метантенков Курьяновской станции аэрации также предусмотрены трубопроводы, расположенные на разных отметках по высоте ме-

тантенка. Первоначально эти трубопроводы предназначались для удаления иловой воды и выгрузки сброженного осадка с разных уровней. Однако, при высоких дозах загрузки, характерных для метантенков Курьяновской станции, расслоения осадка в них не происходит, и иловая вода не отделяется. Поэтому в настоящее время эти трубопроводы используются в основном для отбора проб с разных уровней и замера температуры по разрезу метантенка.

Сферическая форма может быть использована для бытовых приусадебных метантенков. На рис. 2 показана схема такого метантенка.

Метантенк представляет собой герметичный резервуар 1 шарообразной формы, внутри которого к верхней его части прикреплена не доходящая до дна резервуара 1 коаксиальная концентрическая перегородка 2, разделяющая резервуар 1 на внешнюю 3 и внутреннюю 4 камеры сбраживания. Перегородка 2 выполнена в виде усеченного конуса с обращенным вниз основанием. Сверху над резервуаром 1 находится газосборная горловина 5, во внешнюю камеру 3 встроен патрубок подачи разжиженных органических отходов 6 с разнонаправленными отводами 7, а во внутреннюю камеру 4 — патрубок отвода сброженного осадка 8. Над внешней камерой 3 установлен патрубок отвода биогаза 9, а над внутренней каме-

рой 4 и ее газосборной горловиной 5 — биогазоотводящий патрубок 10. Прикрепленными снизу к резервуару стойками 11 метантенк установлен на фундаменте 12.

Свежие разжиженные и измельченные органические отходы влажностью  $93 \pm 4\%$  по патрубку 6 под напором вводят во внешнюю камеру 3, где разнонаправленными из тройника 7 струями перемешивают с содержимым камеры 3. Всплывающие при этом трудносбраживаемые легкие включения, содержащие целлюлозу, лигнин (одревеневшие стенки растительных клеток), жиры, белки и другие вещества, перемешиваются со сбраживаемой в камере 3 массой и обсеменяются содержащимся в ней симбиозом расщепляющих (гидролизующих) микроорганизмов, обеспечивающих в первой фазе анаэробного сбраживания разрушение сложных соединений на более простые с образованием из них во второй фазе сбраживания при  $pH < 7,2$  более плотных кислот и аминокислот, которые стекают из камеры 3 вниз в камеру 4, где при более высоком значении pH осуществляется завершающая фаза последующего анаэробного сбраживания с образованием биогаза с большим содержанием метана. Отвод менее калорийного биогаза из внешней камеры 3 и более богатого метаном биогаза из внутренней камеры 4 производится через патрубки 9 и 10. Поступление биогаза снизу вверх в камере 4 обеспечивает эффективное перемешивание сбраживаемой массы, создает у основания газосборной горловины 5 постоянно «кипящую» поверхность жидкости, препятствуя тем самым образованию «корки» и способствуя при этом досбраживанию легких частиц массы и поглощению из биогаза углекислоты и сероводорода, используемых в сбраживаемой массе на формирование симбиоза микроорганизмов, осуществляющих в метантенке анаэробное сбраживание органики.

### Практические примеры

В заключении хотелось бы еще раз сказать пару слов о большой практической значимости метантенков: ведь благодаря ним появилась воз-



■ Образование метана в естественных условиях

можность превращать отходы в реальную энергию. В качестве примера приведем опыт зарубежных коллег. Компания CH Auburn Energy, LLC, специально созданное дочернее предприятие компании CH Energy Group, Inc., заключила 15-летний контракт на частичное обеспечение города Оберна (штат Нью-Йорк) электроэнергией, вырабатываемой электростанцией мощностью 3 МВт. Эта электростанция в Оберне, которую планирует построить и эксплуатировать компания CH Auburn Energy, будет работать на муниципальных мусорных отходах и продуктах переработки местной водочистой станции.

Проект подразумевает также установку метантенка для аэробного сбраживания и переработки образующегося при очистке воды осадка в газ, что позволит производить дешевую электроэнергию и продавать ее для нужд города. Вырабатываемой новой электростанцией электроэнергии будет достаточно для обеспечения электричеством примерно 2500 домашних хозяйств. Заключенный контракт позволит городским жителям значительно сэкономить на оплате электроэнергии. После 15 лет эксплуатации станции компанией CH Auburn Energy городские власти будут иметь возможность ее полностью выкупить. Станция будет расположена в непосредственной

близости от городской водоочистой станции и мусорной свалки в промышленном пригороде Оберна.

Из российского опыта нельзя не отметить уже неоднократно упоминавшуюся в статье Курьяновскую станцию аэрации, на которой в январе этого года состоялась торжественная церемония пуска тепловой электростанции, работающей на биологическом топливе — биогазе, выделяемом в метантенках. Это событие можно назвать прорывным: впервые в России биологический газ, получаемый способом анаэробного сбраживания осадков сточных вод, применяется в столь крупных масштабах для выработки электроэнергии. Пока что это всего лишь мини-ТЭС, которая, вырабатывая 10 МВт электроэнергии и 8 МВт тепла, позволит обеспечить лишь потребности собственных очистных сооружений, да и то лишь на 70%. Но и это уже большое достижение, поскольку, во-первых, снижается нагрузка на городскую энергосистему Москвы, а во-вторых, если эксперимент признают удачным, подобная установка будет сооружена на Люберецкой станции аэрации. □

Источнику: [dnepr-desna.dp.ua](http://dnepr-desna.dp.ua), [vsestroj.ru](http://vsestroj.ru), [solidwaste.ru](http://solidwaste.ru), [nestor.minsk.by](http://nestor.minsk.by), [bio.1september.ru](http://bio.1september.ru), [clickpilot.ru](http://clickpilot.ru), [cultinfo.ru](http://cultinfo.ru), [stroyremportal.ru](http://stroyremportal.ru), [watermagazine.ru](http://watermagazine.ru), [vz.ru](http://vz.ru), [chemport.ru](http://chemport.ru), [meganet.md/its/ru/reg/form.html](http://meganet.md/its/ru/reg/form.html), [wikipedia.org](http://wikipedia.org)

# Опыт модернизации тепловых сетей, систем отопления и автоматизации тепловых пунктов

| Автор В. ПАЙХ, генеральный директор компании «Аэроклимат»

## Факторы комфорта

Стремление создать в строящемся доме или офисе комфортабельную и здоровую среду обитания — очевидная цель для специалистов по отоплению, вентиляции и кондиционированию помещений. Задачей инженера-проектировщика является достижение этой цели с одновременным обеспечением максимальной экономии энергии и минимальной стоимости системы в целом. Комфортная для человека среда обитания определяется совокупностью следующих факторов:

- температура воздуха;
- скорость воздушного потока вблизи людей;
- влажность воздуха;
- давление воздуха;
- температура окружающих предметов и ограждений;
- содержание твердых и газообразных примесей в воздухе.

Различная комбинация этих параметров и есть качество среды обитания. Имеется целый ряд стандартов, регламентирующих соотношение данных факторов. Наиболее всеобъемлющим является стандарт ASHRAE 62.

Исторически сложилось так, что до середины 90-х гг. прошлого века большинство зданий в России строилось с радиаторной системой отопления и естественной вентиляцией. Неплотные оконные системы способствовали естественной вентиляции. Последнее десятилетие можно охарактеризовать широким внедрением в строительство современных, «плотных» оконных систем, которые практически не пропускают воздух. Кроме того, появилась потребность в существенно более высоком уровне комфорта в течение всего года, что в свою очередь вызвало широкое применение кондиционирования помещений и использование принудительной вентиляции. До сих пор качество среды обитания российские инженеры характеризуют только температурой в помещении и величиной воздухообмена.



В связи с этим проблему несоответствия старых советских зданий потребностям рынка пытаются решить полной реконструкцией комплексов отопления и вентиляции в зданиях с применением самых современных систем подготовки воздуха и управления климатом.

Оборудование указанными выше системами строящихся зданий высокой категории в настоящее время стало стандартным.

## Три составляющие комфорта

Сегодня проектирование климатических систем ведется тремя категориями инженеров по каждому из блоков: отоплению, вентиляции и кондиционированию. Результат такого подхода часто совершенно не удовлетворителен, т.к. все системы работают несогласованно, а зачастую мешают друг другу. Это относится к оборудованию, работа которого не связана в единый комплекс и никак не автоматизирована.

Предлагается рассмотреть ситуацию, когда на состояние воздуха в помещении воздействуют три независимые системы — радиаторное отопление, принудительная вентиляция и кондиционирование. Но кондиционирование и отопление не всегда работают попеременно в зависимости от потребностей в обогреве или кондиционировании. Часто требуется позонное управление климатом. Даже в холодные зимние дни комбинация солнечной радиации в помещениях, расположенных на южной стороне дома, и внутренних тепловых выделений может быть достаточной для вывода избытков тепла в некоторых зонах здания. В переходные периоды года это и вовсе обычное явление. Прямой связи между радиаторным отоплением, управляемым локальными клапанами, и комплексами кондиционирования, управляемые термостатом, нет, и системы часто работают одновременно. При этом огромен непроизводительный расход энергии.



[ Воздух ]

[ Вода ]

[ Земля ]

[ Buderus ]

## Buderus - все из одних рук

Товар сертифицирован. Не правах рекламы.

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

Тепло - это наша стихия

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

# Buderus

### Потоки воздуха

Нагретые до значительных температур радиаторы генерируют довольно мощное конвекционное движение воздуха. Регистры подачи охлажденного воздуха в помещение обычно располагаются на потолке и, по крайней мере, часть потока из них направлена навстречу движению воздуха от радиаторов. Эти потоки имеют большую разность температур, иногда доходящую до 20 °С. Холодный воздух (большой плотности) опускается под поток теплого. Также не следует забывать, что существует еще один поток воздуха в помещении — от системы вентиляции. В результате возникает явление, которое в быту принято называть сквозняком. И хотя средняя температура в помещении в результате взаимодействия трех потоков может быть в пределах заданных значений, люди чувствуют себя дискомфортно.

Во избежание указанных негативных явлений специалисты в области климатотехники рекомендуют обеспечивать одинаковую температуру всех инжектируемых в помещение воздушных потоков. Это достигается тем, что воздух подается из одной установки, которая одновременно выполняет функции отопления, кондиционирования и вентиляции. Базируясь на этой идее, проектируется и модернизируется большая часть современных климатических комплексов на Западе и в России.

### Системы комфорта

В настоящее время уже сложился некий круг систем, широко применяемых при создании комфортабельной среды обитания в многоэтажных общественных зданиях. Опытным путем специалисты отобрали наиболее эффективные и экономичные комплексы, характеризующиеся долговечностью и относительной неприхотливостью. Все типы систем можно разделить на два класса:

- системы с центральным этажным кондиционером и терминальными воздушными распределительными коробками;
- терминальные установки.

### VAV-системы

Системы с центральным этажным кондиционером и терминальными воздушными распределительными коробками принято также называть одноканальными VAV-системами. Центральный кондиционер в этих комплексах полностью подготавливает воздух — смешивает

рециркуляционный со свежим, очищает смесь, нагревает или охлаждает, удаляет излишнюю влагу или, напротив, увлажняет и подает в общий воздухопровод. Каждое помещение имеет свою распределительную коробку (VAV-box), которая обеспечивает две функции: поддержание заданной температуры в помещении и гарантированное обеспечение количества свежего воздуха. Обе функции выполняются путем дросселирования поступающего в помещение кислорода при помощи изменения положения воздушного клапана. Коробка имеет специальный датчик расхода, контроллер ограничивает положение клапана таким образом, чтобы гарантировалось минимальное количество свежего воздуха.

Поскольку коробки из общего воздухопровода потребляют переменное количество воздуха, центральный кондиционер должен также регулировать количество вырабатываемого воздуха таким образом, чтобы давление в воздуховоде поддерживалось постоянным. Данные системы в США нашли широкое применение в тех случаях, когда во всех обслуживаемых помещениях требуется один режим — отопление либо охлаждение. В условиях климата средней полосы России последнее условие, как правило, не выполняется.

Существуют двухканальные VAV-системы, в которых два кондиционера подготавливают теплый и холодный воздух соответственно, а VAV-коробки смешивают воздух из двух каналов в нужной пропорции для обеспечения нужной температуры. Такие комплексы энергетически чрезвычайно расточительны и в последние годы применяются редко, в основном в больницах.

### Терминальные установки

Терминальные установки — это фактически маленькие кондиционеры, которые выполняют те же самые функции, что и центральные, но обслуживают одно или несколько смежных помещений, которые могут требовать один и тот же режим. Наиболее распространенными типами таких установок являются фанкойлы и водовоздушные тепловые насосы.

Системы с фанкойлами могут быть двухтрубные и четырехтрубные. Первые применяются только в тех случаях, когда все здание или, по крайней мере, весь этаж требует одного режима — отопления или охлаждения. Поскольку это условие в условиях средней полосы

России выполняется редко, двухтрубные системы у нас не должны применяться. Использование таких комплексов совместно с традиционными радиаторными системами отопления неизбежно приводит к повышенному расходу энергии и рудиментарному качеству среды обитания, что сводит все усилия по модернизации климатической системы здания к нулю.

Четырехтрубные фанкойлы имеют два теплообменника — отопительный и охлаждающий. Каждая установка может работать независимо в режимах отопления, охлаждения или вентиляции. Хотя четырехтрубные системы несколько дороже двухтрубных, они дешевле комплексов, в которых двухтрубный фанкойл совмещен с радиаторной системой. Кроме того, такие комплексы обеспечивают несравненно более высокое качество среды обитания.

Для питания четырехтрубных фанкойлов необходимы источники охлажденной и горячей воды. Горячая вода может вырабатываться теми же методами, которые применяются для радиаторного отопления, т.е. в ЦТП, ИТП или индивидуальной котельной. Охлажденная вода вырабатывается чиллерами.

Чиллеры в свою очередь могут быть центральными либо поэтажными. Центральные чиллеры — это машины, требующие больших залов с тщательной вибро- и звукоизоляцией, сложной и дорогостоящей гидравлической обвязки, специального высококвалифицированного обслуживания.

В последнее время все большее распространение получают децентрализованные чиллерные системы, в которых небольшие чиллеры помещаются на каждом этаже вблизи фанкойлов, которые они обслуживают.

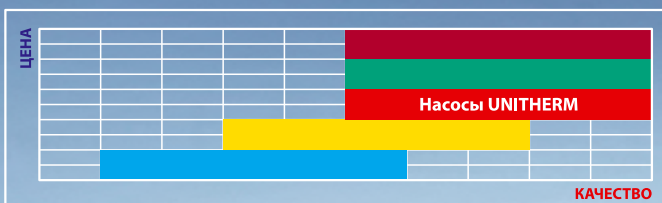
Такие чиллеры строятся на базе герметичных, очень надежных и тихих скрол-компрессоров и питаются от общего кольцевого водяного контура. Как правило, данные установки имеют реверсивный клапан, который позволяет использовать их не только для охлаждения, но и для нагрева воды.

### Водовоздушные насосы

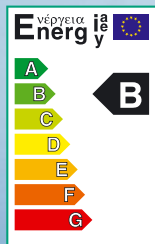
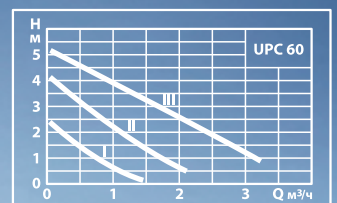
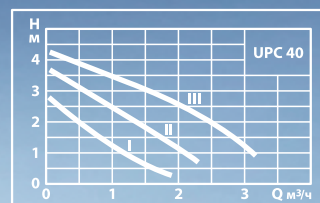
В последние годы в России при построении климатических систем в больших офисных и многофункциональных зданиях все чаще применяются тепловые водовоздушные насосы. Они обладают рядом преимуществ, главное из которых — их энергосберегающие возмож-

# Циркуляционные насосы для систем отопления UPC... РАЗУМНАЯ ЦЕНА – ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО

Сделано в Германии



■ ■ ■ ■ – насосы других производителей

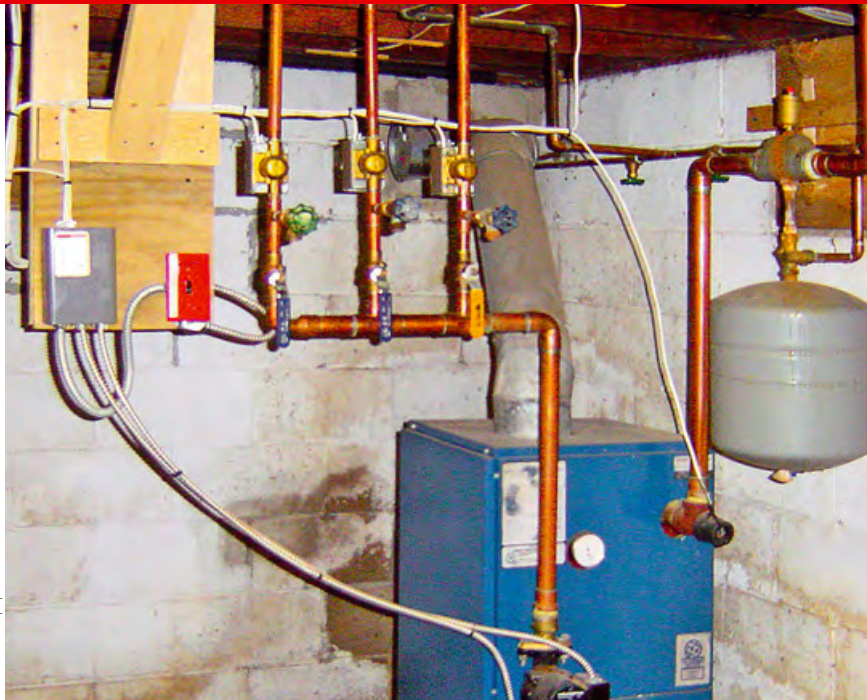


\* UPC 40



Холоднокатанный ротор  
Катафорезное покрытие чугунного корпуса  
Корпус двигателя – неокрашенный алюминий  
Монтажная длина: 130 или 180 мм  
Макс. рабочее давление: 10 бар  
Макс. температура воды: 110 °C  
**ЦЕНА / КАЧЕСТВО: 100%**

Berliner Chaussee 2, D-15749 Mittenwalde, Germany  
Fon: +49 (0) 33-764 25-040, Fax: +49 (0) 33-764 25-041  
www.unitherm.ru



www.worldwallpaper.com

ности. Значительную часть года насосы почти не потребляют энергию извне, а только перекачивают тепло из зон с его излишками в помещения, требующие обогрева. Тепловые насосы несколько проигрывают фанкойл-системам по качеству среды обитания в том случае, если последние имеют аналоговые клапаны, управляемые микропроцессорными контроллерами. Это позволяет обеспечивать высокую точность поддержания температуры. Сами тепловые насосы — это установки прямого расширения и регулируют температуру только методом включения/выключения. Этот метод регулирования предполагает некоторые (обычно небольшие — 0,5–1 °С) колебания температуры во времени.

Следует обратить внимание, что, обсуждая модернизацию систем отопления и кондиционирования, не упоминаются сплит-системы как средство построения климатических систем больших зданий. Объясняется это тем обстоятельством, что практически невозможно связать работу сплит-систем с работой отдельной системы отопления и вентиляции и соответственно построить комфортабельные климатические системы на их основе.

### Автоматизация

Здания, в которых сосуществуют независимые системы отопления, кондиционирования и вентиляции, строились не только в советские времена. В последние годы было также возведено значительное количество сооружений, которые не удовлетворяют даже самым элементарным требованиям качества среды обитания. Теоретически полностью переделать климатическую систему в та-

ких зданиях можно, но на практике подобная модернизация нецелесообразна по экономическим и организационным причинам. В таких случаях на помощь приходит автоматика. Перед системой автоматического регулирования ставится две основные задачи:

- не допускать одновременную работу системы кондиционирования и отопления в помещениях;
- обеспечивать инъекцию свежего воздуха в помещение с температурой как можно ближе к температуре основного потока.

В тех случаях, когда отопление обеспечивается радиаторной системой, а охлаждение — фанкойлами, применяется один из двух способов решения данных задач. Во-первых, путем применения позонной системы управления. Эта система управляет всеми автоматическими клапанами как на радиаторах, так и на фанкойле в каждой зоне. Когда возникает потребность в отоплении, автоматика закрывает клапаны на фанкойле и регулирует температуру в помещении, моделируя положение клапанов на радиаторах. При необходимости охлаждения автоматика выключает радиаторы зоны и управляет фанкойлом. Когда температура в зоне находится между отопительной и охлаждающей уставками, автоматика выключает и отопление, и охлаждение. Поскольку система автоматика имеет информацию о режимах работы каждой зоны, она может принять решение о наиболее благоприятной температуре подачи вентиляционного воздуха.

Второй путь — применение пофасадной системы регулирования. При этом здание оснащается датчиком солнечной

радиации. Система управления, используя самообучающийся алгоритм, отключает комплексы радиаторного отопления пофасадно, когда вероятность потребности в охлаждении возрастает. Для управления температурой вентиляционного воздуха в этом случае можно использовать температуру внешнего воздуха и степень солнечного нагрева.

Вторая система автоматизации существенно дешевле первой, однако она не может полностью исключить вероятность совместной работы систем отопления и охлаждения в некоторых зонах. На практике этим приходится пренебрегать, потери в этом случае минимальны.

### Выводы

Таким образом, климатические системы современных многоэтажных зданий целесообразно строить на основе воздушных методов отопления, вентиляции и кондиционирования, сосредоточенных в единой установке.

То есть важен именно комплексный подход к проектированию подобных систем. Применение же радиаторных методов отопления вызывает ряд неразрешимых проблем с качеством среды обитания и энергоэффективностью зданий. В конечном итоге имеет смысл полностью отказаться от использования радиаторного отопления.

Практика показывает, что сегодня существует достаточный инструментальный набор технологий для решения любых задач по модернизации климатических и отопительных систем зданий любой сложности. Однако универсальных подходов не существует, это нетривиальная задача, которая каждый раз требует индивидуального комплексного подхода инженеров. Наиболее оптимальный, относительно недорогой способ эффективного управления климатом в зданиях старой постройки остается внедрение автоматизированной системы, связывающей существующие климатические звенья в единый комплекс. На основе автоматика можно достаточно точно регулировать температуру воздуха и притоки воздуха в помещения. Важно понимать, что системы автоматического регулирования параметров среды обитания в состоянии несколько скомпенсировать недостатки конструкции климатических систем, но не способны полностью их ликвидировать, и в ряде случаев требуется более серьезное вмешательство в существующую климатическую систему. □



Кабельные системы для стаивания льда и снега  
**DEVI**

Кабельные системы обогрева «теплые полы»  
**STIEBEL ELTRON DEVI**

Панельные радиаторы  
**BUDERUS**

Электрические накопительные и проточные водонагреватели  
**STIEBEL ELTRON UNITHERM ARISTON**

Электроотопительные котлы  
**ЭВАН KOSPEL**

Настенные газовые котлы  
**UNITHERM VAILLANT VISSMAN ARISTON**

Напольные отопительные котлы  
**VISSMAN VAILLANT BUDERUS**

Септики  
**UPONOR СБМ**

Циркуляционные насосы  
**UNITHERM**

Реклама



Проектирование



Подготовка техническо-коммерческих предложений



Гарантийный и послегарантийный ремонт



Подготовка техническо-коммерческих предложений



Проектирование

**ОТОПЛЕНИЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ВОДОПОДГОТОВКА КАНАЛИЗАЦИЯ**



Фото компании Kamstrup.

## Большие перспективы мини-ТЭЦ

В последние годы все большее распространение получает практика использования в городских энергосистемах малых теплоэлектростанций. Так, Самарской региональной энергетической корпорацией в рамках целевой программы запланировано строительство ряда малых ТЭЦ общей мощностью 300 МВт электрической и 500 МВт тепловой энергии в районах, удаленных от крупных объектов теплоснабжения. Действительно, в некоторых случаях подобные решения представляются наиболее целесообразными. Однако вопрос об эффективности широкого применения мини-ТЭЦ вызывает сегодня полемику среди специалистов.

Самый известный аргумент, приводимый противниками распространения мини-ТЭЦ, — их недостаточная рентабельность, являющаяся следствием низкого КПД малых станций и высокой амортизационной стоимости оборудования. Рассмотрим объективные факторы, определяющие эффективность работы небольших ТЭЦ.

Как известно, рентабельность системы энергоснабжения складывается из трех основных составляющих: эффективности производства, транспортировки и потребления энергии. Что касается транспортировки, то здесь преимущества мини-ТЭЦ налицо. По мнению члена экспертного совета Комитета по энергетике Госдумы Игоря Кузника, чем больше тепловая сеть, т.е. расстояние между источником тепла и потребителем, тем она менее эффективна. Большая протяженность трубопровода увеличивает тепловые потери и затраты электричества на циркуляцию теплоносителя. Действительно, при дальней передаче теряется минимум 8–10% энергии. Если же источник расположен в непосредственной близости к потребителю, то потери незначительны. Кроме того, стоимость подключения удаленных абонен-

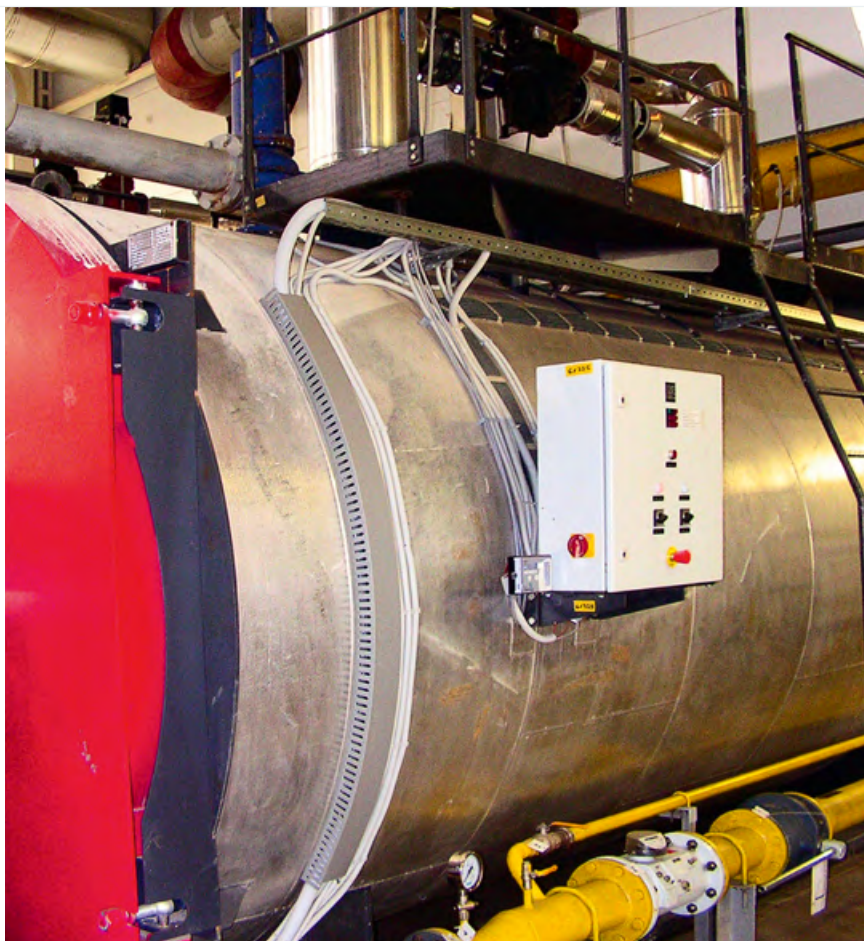


Фото компании Kamstrup.

тов к внешним сетям часто сопоставима с бюджетом строительства малой станции.

Поскольку потери при транспортировке минимальны, можно считать, что вопрос рентабельности мини-ТЭЦ — это вопрос эффективности производства и потребления энергии.

Конечно, малым станциям сложнее добиться такого же КПД, как большим ТЭЦ. Последние работают с постоянной нагрузкой, тогда как занятость агрегатов малой мощности подвержена существенным колебаниям, как сезонным, так и суточным. Однако, как показывает зарубежная практика и опыт немногих отечественных проектов, имея достоверную информацию об этих колебаниях, можно существенно повысить рентабельность мини-ТЭЦ. Детальный и регулярный анализ данных об энергопотреблении помогает оптимизировать режим эксплуатации оборудования и более рационально использовать топливо. Достичь высоких показателей рентабельности позволяет организация на станции приборного учета энергоресурсов.

### Эффективность в работе

Примером успешного решения проблемы эффективности мини-ТЭЦ может служить система учета, которая используется специалистами энергоцентра «Мякинино», снабжающего электроэнергией и теплом комплекс зданий правительства Московской области и собственный административно-офисный блок. Проектная электрическая мощность этой станции — 30 МВт, тепловая — 52 МВт. В настоящее время работает первая пусковая очередь объекта, состоящая из четырех газопоршневых агрегатов по 3,01 МВт электрической и 2,8 МВт тепловой мощности, а также трех пиковых водогрейных котлов мощностью по 8 МВт. В ближайшее время планируется ввести в эксплуатацию еще три энергоустановки.

«Проектируя энергоцентр, мы приняли решение о необходимости учета на всех ключевых этапах производства, так как нас не устраивали «средние по больнице» показатели. Нужны были точные



фото компании Kamstrup

данные о поагрегатной производительности станции, — говорит Владимир Пак, ведущий инженер компании «Натэк Инвест-Энерго», эксплуатирующей энергоцентр. — Причем для промышленного контроля точность измерений имеет чуть ли не большее значение, чем для коммерческого учета. Подрядной организацией, осуществлявшей монтаж основного технологического оборудования, нам было предложено несколько вариантов систем учета тепловой энергии. Мы остановили свой выбор на теплосчетчиках Multical, так как получили положительные отзывы из нескольких независимых источников о качестве этих приборов и точности измерений необходимых параметров».

«Если проведенный нами анализ выявляет несоответствие объемов потребленного топлива (природного газа) количеству произведенной электроэнергии и выработанного при этом тепла, мы на основании этих данных решаем как именно скорректировать технологический процесс, чтобы добиться оптимального режима когенерации», — поясняет специалист. В результате энергоцентром достигаются наиболее эффективные показатели выработки тепла и электричества. Производительность энергоагрегатов вплотную приближается к паспортным характеристикам, что позволяет добиться максимального значения КПД оборудования.

Конечно, режим производства электрической и тепловой энергии на мини-ТЭЦ зависит от особенностей по-

требления, суточных колебаний и пиковых нагрузок. В то же время благодаря своей близости к потребителю небольшие станции располагают большими возможностями для гибкого взаимодействия с ним. «Имея необходимую информацию, которую дает анализ почасовых данных из памяти прибора учета, мы получили возможность построить работу энергоцентра в соответствии с определенным графиком. В некоторых случаях мы советуем диспетчерам, работающим на стороне потребителя, скорректировать режим эксплуатации оборудования для поддержания температуры обратной воды на уровне, предусмотренном договором. Можем дать рекомендации по наладке отопительной системы и настройке ИТП», — добавляет Владимир Пак.

Немаловажным является и то обстоятельство, что наличие оперативных данных об энергопотреблении на различных участках системы позволяет в режиме реального времени контролировать ее состояние. На мини-ТЭЦ в Мякинино используется трехуровневая система автоматического управления технологическими процессами (АСУ ТП) на базе серийных блок-модулей фирмы Siemens AG, что практически полностью исключает вероятность ошибок персонала. Система автоматического считывания открывает доступ к данным в реальном времени и позволяет по запросу с диспетчерского пульта получать всю необходимую информацию о работе станции.

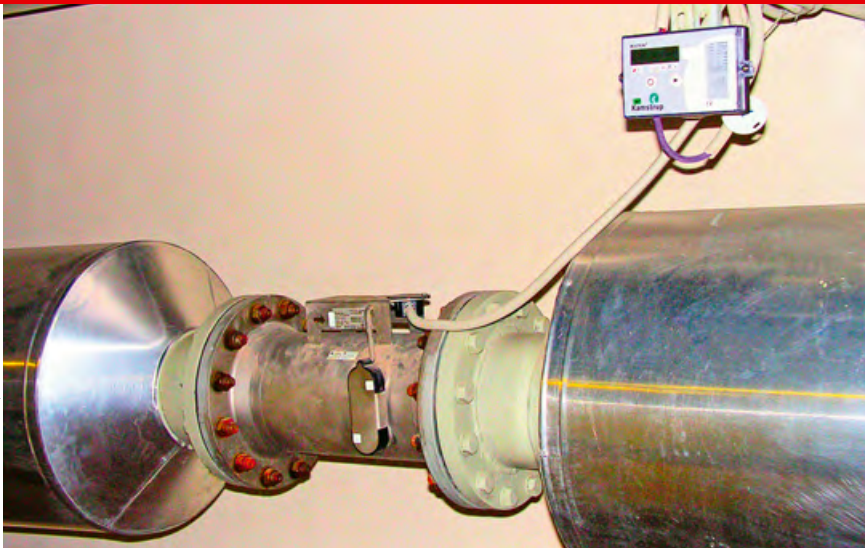


Фото компании Kamstrup.

«В любой момент можно снять “живую” показания с приборов учета и сверить баланс. Постоянный мониторинг работы оборудования энергоцентра позволяет нашим специалистам своевременно реагировать на любые изменения ключевых показателей, что предотвращает внештатные ситуации, — объясняет ведущий инженер. — Конечно, все это было бы сложно делать вручную, без автоматике и сетевых решений. Поэтому предусмотренная в приборах учета Multical возможность интеграции в выбранную нами систему сбора данных LONWorks оказалась для нас очень важной». Экономия человеческих ресурсов, необходимых для ручного сбора данных, также снижает общие эксплуатационные расходы.

### Объективный учет

Даже при самом высоком КПД говорить о рентабельности мини-ТЭЦ бессмысленно, если система расчетов с потребителями не работает должным образом. А залогом ее эффективности является баланс между данными о расходе энергии на выходе станции и потреблении на стороне абонента.

Показательная ситуация, с которой столкнулись специалисты энергоцентра в Мякинино. На выходе магистрали из ТЭЦ и на коммерческих узлах учета тепловой энергии у потребителей была выявлена 35%-я разница в показаниях теплосчетчиков. Учитывая, что тепло-трасса является новой, а ее протяженность составляет всего 1,5 км, подобные потери при транспортировке исключены. «В результате проведенного специализированной организацией энергоаудита и анализа данных мы пришли к выводу об истинности показаний приборов, установленных со стороны энергоцентра, — отмечает Владимир Пак. — Затем мы проверили узлы учета со стороны потребителей. Стало ясно, что были допу-

щены нарушения: один из установленных приборов не соответствует проекту и к тому же он уже был в эксплуатации. По нашему требованию этот узел учета заменили и провели пусконаладочные испытания. После этого ситуация нормализовалась». Как считает Татьяна Кислякова, директор по продажам и маркетингу российского представительства компании Kamstrup, «...было бы разумным, чтобы каждый поставщик энергии имел четкую политику установки приборов учета и держал этот процесс под своим контролем. В этом случае ситуация, подобная возникшей в Мякинино, была бы исключена...». Здесь российской малой энергетике может быть полезен европейский опыт. На Западе приборы учета являются собственностью тепловой компании, поэтому поставщики энергии устанавливают у потребителей те счетчики, в точности показаний которых они уверены.

### Опыт и перспективы

Известно, что три четверти генерирующих мощностей российских электростанций исчерпают свой ресурс к 2015 г. Поэтому вопрос об эффективности небольших энергоисточников актуален сегодня для многих руководителей и чиновников. «Говоря о рентабельности той или иной станции, — комментирует Владимир Пак, — учитывают лишь прибыль от продажи электричества и тепла. Но не стоит забывать, что отсутствие энергии заставило бы отложить запуск производства или сдачу жилья на длительное время, иногда на несколько лет. Почему-то упущенную выгоду никто не считает».

Для достижения высокой производительности станции главное — подойти к ее проектированию с умом. «Решение о строительстве мини-ТЭЦ должен предварять глубокий анализ режимов энергопотребления объектов по отдель-

ным составляющим, — считает Александр Наумов, вице-президент “АВОК”. — Правильный учет коэффициента одновременности работы оборудования, снятие пиковых нагрузок за счет аккумулирующих систем, использование энергосберегающих решений позволяют сократить на 20–30 процентов и капитальные, и эксплуатационные затраты».

В частности, при разработке проекта нужно учитывать, что КПД станции может быть значительно увеличен, если эксплуатировать ее в режиме тригенерации, когда часть тепловой энергии преобразуется в энергию охлаждения. В среднем КПД небольших станций составляет не менее 80–82% зимой и 60% в теплое время года. Если же летом использовать тепло для обеспечения работы холодильных установок абсорбционного типа, эффективность работы мини-ТЭЦ значительно повышается. Так сделали в Мякинино, где летом тепло потребляется агрегатами, производящими хладагент для системы кондиционирования административного здания. Кстати, при необходимости можно учитывать энергию охлаждения отдельно. Если счетчики многофункциональные, например, как применяемые в Мякинино приборы Multical, то задачу эту решить совсем несложно.

В заключение следует отметить, что мини-ТЭЦ находят сегодня все более широкое применение. Так, компания «Натэк» в настоящее время строит малую теплоэлектростанцию в подмосковной Лобне. При ее проектировании был учтен опыт работы энергоцентра в Мякинино, в т.ч. анализ данных о динамике потребления, полученных с помощью приборов учета.

Малая энергетика, конечно, не сможет полностью заменить большую. Однако нет сомнений в том, что у нее есть хорошие перспективы в нашей стране. Появление таких решений, как мини-ТЭЦ, стало ответом на один из главных вызовов современности: необходимость удовлетворения растущей потребности в тепле и электричестве. При условии грамотной реализации подобных проектов, небольшие станции могут стать высокоэффективными источниками энергии. □



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



На правах рекламы.

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

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

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

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

 **BIASI**  
COMFORT GENERATION

# BAHI рекомендует каскад

В данной статье технический директор Представительства Вахи в России Сергей Федотович ВАЛУЙСКИХ на примере котлов Вахи знакомит с возможными схемами совместного использования нескольких котлов в одной системе отопления.



## Преимущества использования нескольких котлов на одну систему отопления

Все более популярным решением среди монтажных и проектировочных организаций становится использование нескольких котлов на одну систему отопления. Такое решение оправдано при тепловой нагрузке, уже начиная от 40 кВт. Это может быть как большая отапливаемая площадь, так и наличие тепловых нагрузок в виде бассейнов, гаражей, бань, теплиц и т.д.

Использование нескольких котлов на одну систему отопления имеет ряд преимуществ по сравнению с одним котлом, имеющим равную суммарную мощность. Перечислим некоторые из таких преимуществ.

**Во-первых**, несколько небольших котлов меньших размеров и меньшего веса намного легче и дешевле доставить в котельную и установить там вместо одного большого и тяжелого котла (это становится особенно актуально при монтаже крышных или полуподвальных котельных).

**Во-вторых**, значительно повышается надежность системы. При вынужденной остановке одного из котлов система продолжит работу, обеспечивая, по крайней мере, 50% мощности (при установке двух котлов).

**В-третьих**, обслуживание облегчается благодаря меньшему размеру каждого котла. Обслуживание каждого котла можно осуществлять без остановки всей системы.

**В-четвертых**, увеличивается общий ресурс котлов. В осенне-весеннее время можно эксплуатировать только часть котлов, выключив часть котлов вручную или используя каскадную автоматику.

**В-пятых**, если в будущем будет необходимо заменить какую-либо деталь котла, то известно, что детали для котлов меньшей мощности доступнее и дешевле за счет большей серийности производства.

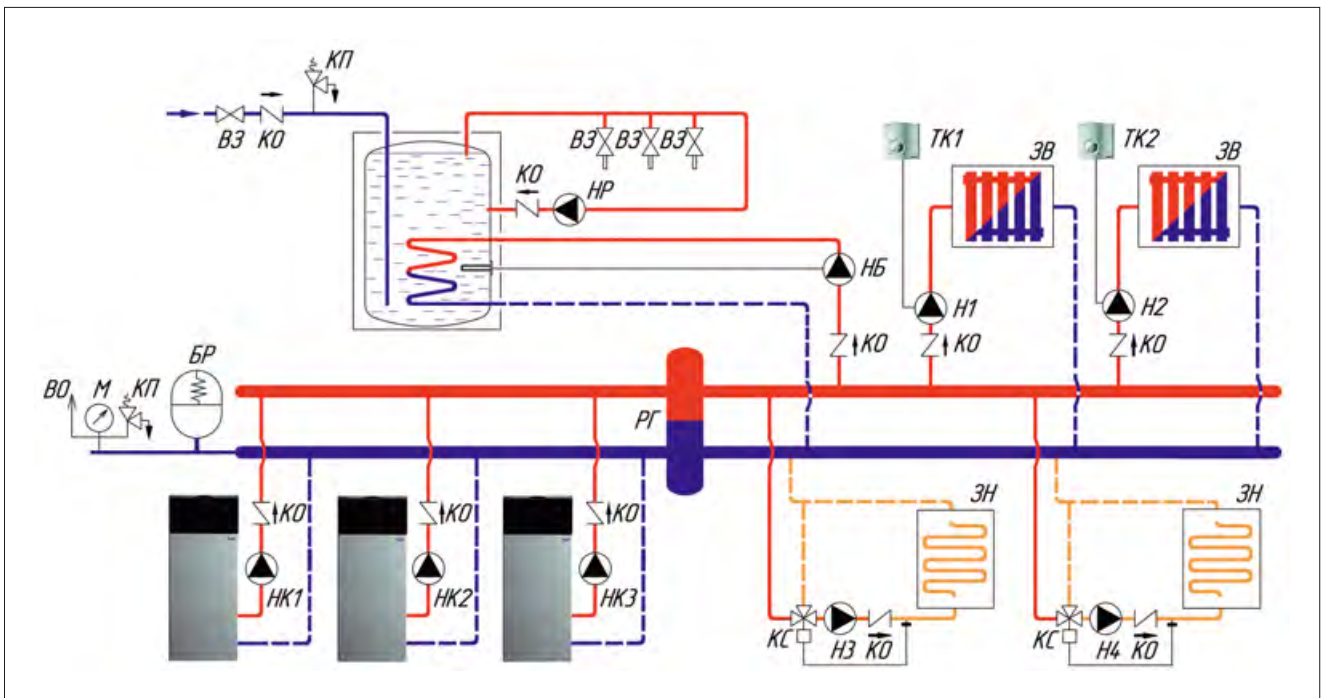
## О котлах Baxi серии Slim

Газовые напольные котлы с чугунным теплообменником серии Slim от Baxi используются на российском рынке для обеспечения тепловых потребностей от 20 до



■ Двенадцать котлов Luna HT Residential, установленных в каскаде

Фото компании-проектировщика



■ Рис. 1. Условные обозначения: БР — бак расширительный; БП — байпас регулируемый; ВЗ — вентиль запорный; ВО — воздухоотводчик автоматический; ЗВ — зона отопления высокотемпературная; ЗН — зона отопления низкотемпературная; КО — клапан обратный; КП — клапан предохранительный; КС — клапан смесительный; М — манометр; Н1, Н2, Н3, Н4 — насосы зональные; НБ — насос бойлера; НК1, НК2, НК3 — насосы котловые; НР — насос рециркуляционный; ТБ — термостат бойлера; ТК1, ТК2 — термостаты комнатные. Для упрощения на схеме не показаны запорные краны, фильтры и другие элементы.

250 кВт. Они имеют чрезвычайно компактную конструкцию. Ширина одноконтурных моделей составляет всего 35 см, что позволяет установить котлы Slim в любых условиях ограниченного пространства, а также легко пронести котлы по узким лестничным пролетам и в дверные проемы. Максимальная мощность одного котла составляет 62 кВт.

Очень часто устанавливаются несколько котлов серии Slim, совместно работающие на одну систему отопления. Дополнительным преимуществом такого решения для многих монтажных организаций является устойчивая работа системы при пониженном входном давлении газа. Котлы серии Slim мощностью до 62 кВт устойчиво работают при понижении входного давления газа до 5 мбар, в то время как большинство атмосферных котлов промышленных серий (мощностью выше 70 кВт) очень требовательны к соблюдению паспортного входного давления (как правило, 20 мбар).

Чаще всего для упрощения схем при совместном использовании котлов серии Slim не предусматривается никакой каскадной авто-

матики, а на каждом котле устанавливается требуемая температура на выходе. Но при желании можно легко применять блоки каскадного регулирования, которые подключаются на контакты, предназначенные для присоединения индивидуальных комнатных термостатов.

#### Типовые схемы с использованием нескольких напольных котлов Slim

На рис. 1 несколько напольных котлов Vaxi серии Slim работают совместно на одну систему отопления через гидравлический разделитель («гидравлическую стрелку»). Схема является типовой и позволяет присоединять необходимое количество котлов и зон отопления (или зон тепловой нагрузки). В данной схеме в полной мере реализуются все описанные выше преимущества использования нескольких котлов на одну систему отопления. При желании в данной схеме можно применить блок каскадного регулирования.

В системе имеются:

- две высокотемпературные зоны отопления с собственными насосами (Н1 и Н2). Температура каждой зоны регулируется при помощи зонального комнатного термостата (ТК1 и ТК2);
- две низкотемпературные зоны («теплые полы»), регулируемые при помощи датчиков температуры воды;

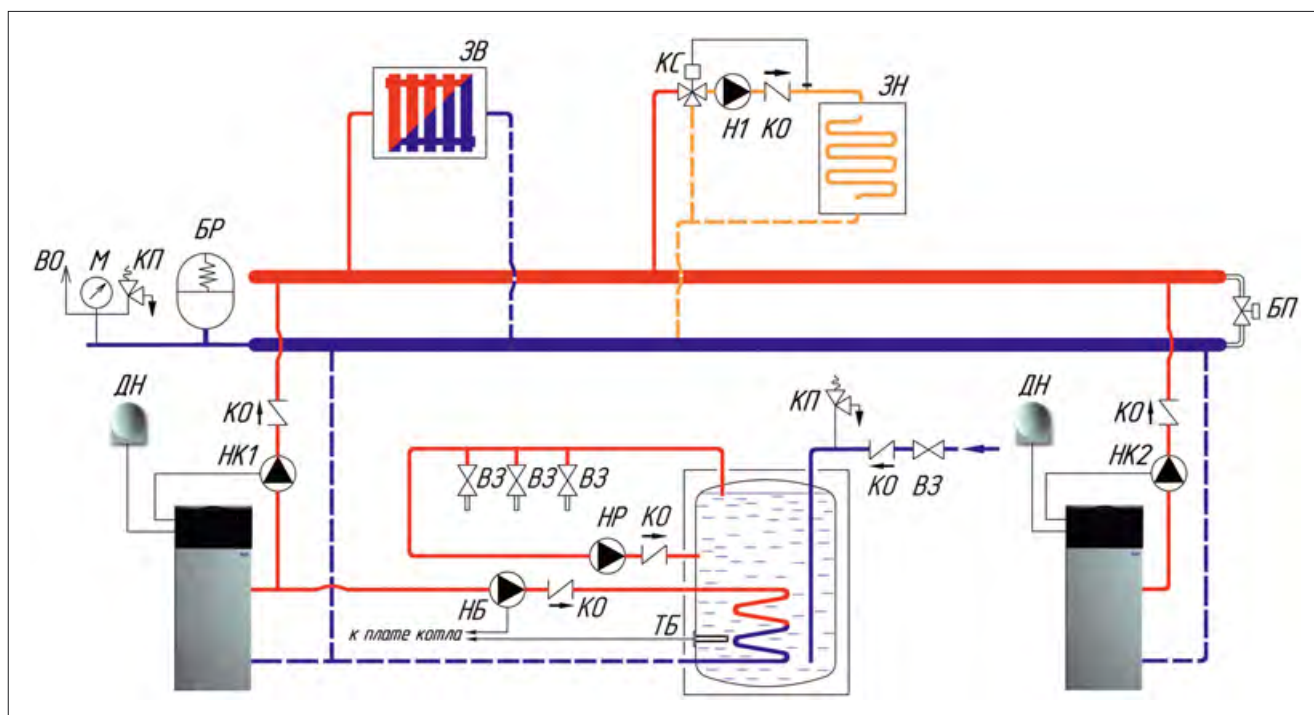
□ бойлер для горячей воды, присоединенный как одна из зон системы отопления, — температура воды в бойлере регулируется при помощи термостата бойлера (ТБ) путем включения загрузочного насоса бойлера (НБ).

На рис. 2 два котла работают на единую систему отопления. При этом для нагрева бойлера для горячего водоснабжения используется встроенная автоматика одного из котлов. Наиболее часто при реализации данной схемы используются следующие изделия от Vaxi: два котла Slim 1.490 iN мощностью 49 кВт каждый и бойлер Plus UB 120 (120 л) либо бойлер Premier Slim 200 (200 л).

В добавлении к перечисленным выше преимуществам использования нескольких котлов на одну систему отопления данная схема позволяет:

- обойтись без использования дополнительных сложных блоков каскадного регулирования;
- использовать встроенную погодозависимую автоматику котлов;
- не изменять температуру теплоносителя в системе отопления при наличии запроса от бойлера для горячей воды;
- использовать встроенную автоматику приоритета ГВС на одном из котлов.

При проектировании системы отопления по данной схеме следует обратить внимание на следующие моменты.



■ Рис. 2. Условные обозначения: БП — байпас регулируемый; ВЗ — вентиль запорный; ДН — датчик наружной температуры; ЗВ — зона отопления высокотемпературная; ЗН — зона отопления низкотемпературная; КО — клапан обратный; КП — клапан предохранительный; КС — клапан смесительный; Н1 — зональный насос; НБ — насос бойлера; НК1, НК2 — насосы котловые; НР — насос рециркуляционный; ТБ — термостат (или датчик температуры) бойлера. Для упрощения на схеме не показаны запорные краны, фильтры и другие элементы.

Каждый насос котла должен самостоятельно, «в одиночку» обеспечивать необходимый расход воды по всей системе отопления.

Если это не представляется возможным, то рекомендуется установить гидравлический разделитель («гидравлическую стрелку») и отдельный насос (насосы) в системе отопления. Ручки для регулирования температуры в системе отопления рекомендуется устанавливать в одинаковое положение.

В системе имеются:

- высокотемпературная зона отопления;
- низкотемпературная зона («теплые полы»), регулируемая при помощи датчика температуры воды;
- бойлер для горячей воды, присоединенный к одному из котлов. При остывании воды в бойлере котел выключает насос первого котла (НК1) и включает загрузочный насос бойлера (НБ1).

### Преимущества использования блока каскадного управления

Соединение котлов в каскад при помощи блока каскадного управления является комплексным решением и имеет более высокую эффективность.

Данный блок обеспечивает попеременную работу всех котлов и гарантирует для каждого котла одинаковое коли-

чество часов работы. Как правило, блоки каскадного управления используются вместе с датчиком уличной температуры, чтобы температура системы отопления изменялась в зависимости от температуры на улице.

Блок каскадного управления оптимизирует работу системы и обеспечивает включение только необходимого количества котлов, в зависимости от требуемой мощности. При работе с модулируемыми горелками блок каскадного управления в дополнение к вышеописанному принципу, стремится обеспечить работу котлов в режиме частичной мощности (в режиме модуляции).

Если мощности работающих котлов недостаточно, подключается следующий котел, при этом мощность каждого котла снижается. Это обеспечивает работу всех котлов в более щадящем режиме.

Наиболее эффективно применение блока каскадного управления вместе с конденсационными котлами. В этом случае выделяемая котлами мощность всегда идеально соответствует потребляемой мощности.

Например, при совместном использовании всего трех настенных котлов Вахi серии Luna HT Residential мощностью 100 кВт (рис. 3) выделяемая мощность плавно меняется от 30 до 300 кВт в зависимости от потребностей системы.

Это означает, что коэффициент рабочего регулирования такой системы составит 1:10.

### О конденсационных котлах Вахi, работающих в каскаде

Конденсационные котлы — это последнее слово в развитии инновационных технологий. Благодаря сокращенному потреблению газа они становятся наиболее выгодным решением для потребителя и в настоящее время являются наиболее экономичными установками, работающими на газе. При включении в низкотемпературную систему конденсационные котлы могут уменьшить потребление газа до 35% в год по сравнению с традиционными котлами и, соответственно, снизить на 35% затраты на газ.

Существующая гамма конденсационных котлов Вахi для каскадной установки включает настенные котлы Luna HT Residential мощностью до 100 кВт и напольные котлы Power HT Residential мощностью до 150 кВт.

Современное поколение конденсационных котлов Вахi с модулируемыми горелками обеспечи-

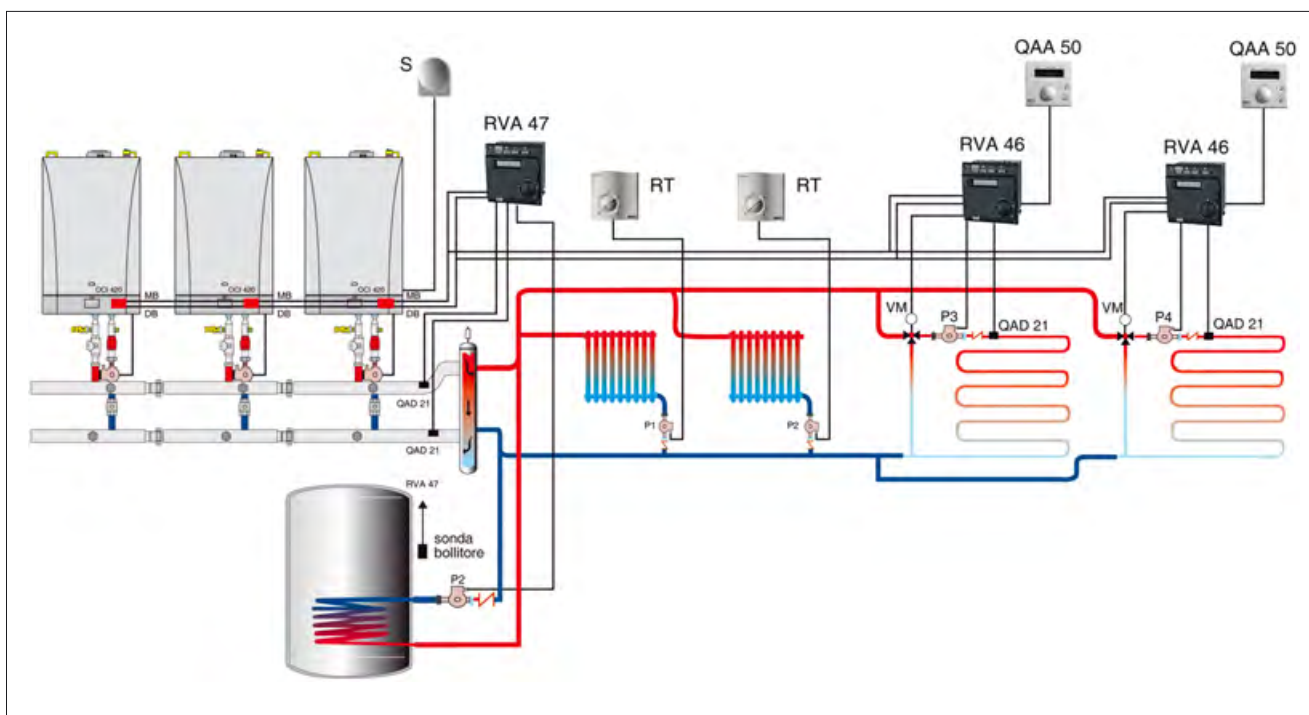


Рис. 3. Обозначения к схеме: MB-DB — коммуникационная шина; OCI 420 — интерфейс для связи между котлом и каскадным климатическим регулятором; QAA 50 — датчик комнатной температуры; QAD 21 — контактный датчик температуры подачи/возврата воды; RVA 46 — зональный терморегулятор; RVA 47 — климатический регулятор для соединения котлов в каскад; RT — комнатный термостат; S — датчик уличной температуры; VM — электрический смесительный клапан.

вает экономию площади помещения, высокий КПД, тихую работу и надежность.

Это отличное решение в низкотемпературных системах, такие котлы хорошо подходят для напольного отопления и обогрева бассейнов.

Благодаря возможности управления в каскаде до двенадцати котлов (рис. 4) такая система является идеальным решением для отопления и обеспечения горячей водой, как частного дома, так и целого здания.

Как часть каскадной системы конденсационные котлы представляют собой новую альтернативу системам промышленного отопления.

Использование в каскадах конденсационных котлов VaXi мощностью от 45 до 150 кВт стало популярным благодаря следующим преимуществам:

- возможность обеспечения большой мощности в условиях ограниченного пространства;
- более легкий монтаж крышных котельных при каскадной установке;
- малый удельный вес оборудования (на единицу мощности);

- меньшие вибрация и уровень шума по сравнению с традиционными котлами с дутьевыми горелками;
- существенная экономия газа, которая становится все более значимой в связи с регулярным ростом стоимости газа;
- наличие встроенного вентилятора — это позволяет применять дымоотводы малого диаметра и обойтись без больших дорогостоящих дымоходов;
- экологичность конденсационных котлов — очень низкое содержание CO и NO<sub>x</sub> по сравнению с любыми другими котлами позволяет использовать такие системы в крупных городах и природоохранных зонах.

#### Аксессуары, используемые при работе конденсационных котлов VaXi в каскаде

Компания VaXi предлагает широкий спектр совместимых аксессуаров для каскадного соединения котлов, включая устройства дистанционного управления, каскадного управления (до двенадцати котлов), управления зональными насосами, управления низкотемпературными контурами и многие другие аксессуары для любых вариантов установки.

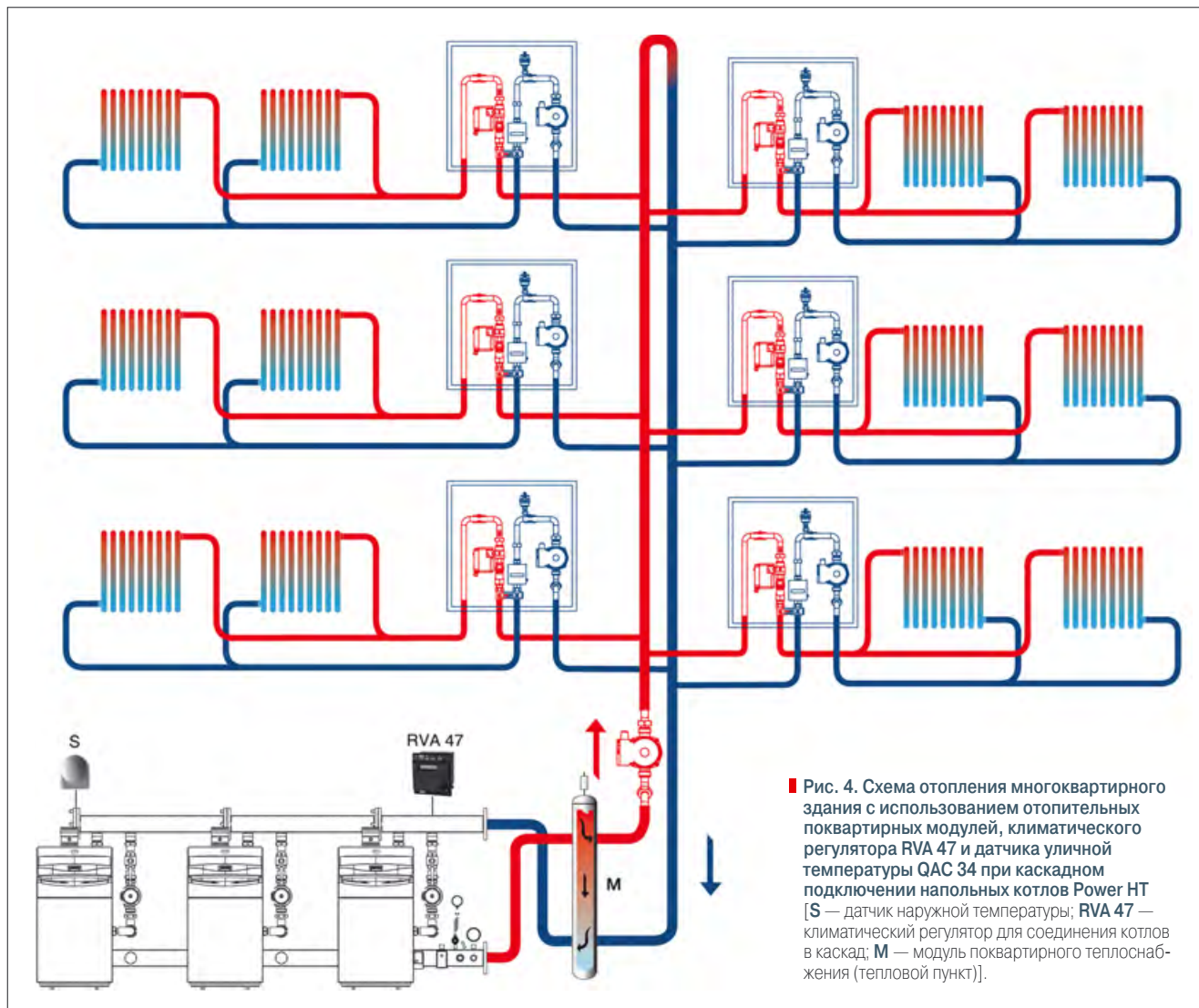
Спектр таких устройств представлен регуляторами-контроллерами RVA 47, RVA 46 и QAA 73.

#### RVA 47



Климатический регулятор для соединения котлов в каскад. Позволяет соединять до 12 котлов, обеспечивая их надежную работу и оптимальную производительность. Дает возможность выполнять следующие функции:

- управление производством бытовой горячей воды;
- оптимизация работы отопительной системы;
- программирование температурных режимов внутри помещения с учетом внешних погодных условий;
- обеспечение необходимой производительности для выполнения всех задач в системе отопления (защита от замерзания, защита от перегрева и т.д.).



■ Рис. 4. Схема отопления многоквартирного здания с использованием отопительных поквартирных модулей, климатического регулятора RVA 47 и датчика уличной температуры QAC 34 при каскадном подключении напольных котлов Power HT [S — датчик наружной температуры; RVA 47 — климатический регулятор для соединения котлов в каскад; M — модуль поквартирного теплоснабжения (тепловой пункт)].

**RVA 46**



Объединяет в себе климатический регулятор и контроллер низкотемпературной зоны. Используется в отопительных системах с несколькими независимыми друг от друга зонами, управляемыми зональным насосом, смесительным клапаном и датчиком температуры.

RVA 46 дает возможность выполнять следующие функции:

- регулирование уровня комфорта в помещении в зависимости от внеш-

них климатических условий и теплоизоляции здания;

- программирование температурных режимов внутри помещения с учетом внешних погодных условий;
- обеспечение необходимой производительности для выполнения всех задач в системе отопления.

**QAA 73**



Устройство дистанционного управления с климатическим регулятором для управ-

ления одним или двумя контурами отопления и ГВС (рис. 4). QAA 73 рассчитывает требуемую температуру на основе параметров, получаемых от котла, и измеренной комнатной температуры и передает данные по шине на PCB (блок управления).

**Примеры схем с использованием нескольких конденсационных котлов Baxi и каскадного регулятора RVA 47**

На рис. 3 изображено использование климатического регулятора RVA 47, климатического регулятора для смешанных систем RVA 46, интерфейсной платы OCI 420 (устанавливается в котле), датчика комнатной температуры QAA 50 и датчика уличной температуры QAC 34 для разнотемпературных зон при каскадном подключении конденсационных котлов Luna HT Residential. □

# BAXI

ЗВЕЗДА КОТОРАЯ ГРЕЕТ

№1 в России  
[www.baxi.ru](http://www.baxi.ru)



32  
кВт

490 л  
горячей воды  
за 30 минут



## NUVOLA-3 COMFORT

НАСТЕННЫЕ ГАЗОВЫЕ КОТЛЫ  
СО ВСТРОЕННЫМ БОЙЛЕРОМ

“Горячая вода всегда!” - вот основной принцип котлов серии NUVOLA-3 Comfort.

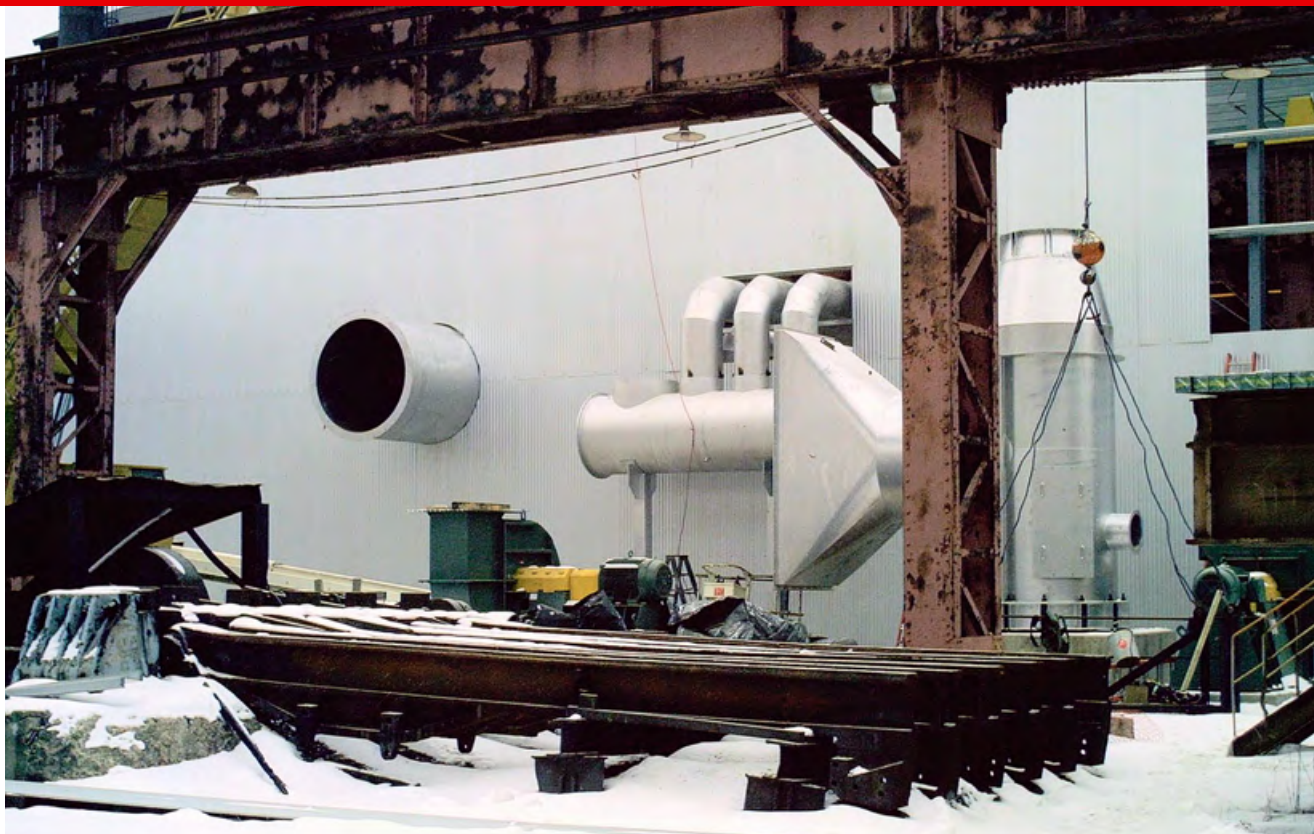
Благодаря встроенному 60-ти литровому бойлеру из нержавеющей стали, котлы данной серии незаменимы там, где требуется большой расход воды, обеспечивая 490 литров горячей воды в течение 30 мин (при  $\Delta t = 30^\circ\text{C}$ ).

Съемная цифровая панель управления является также датчиком комнатной температуры.

На правах рекламы.

  
BAXI GROUP  
delivering the spark

BAXI GROUP  
Представительство в РФ  
Тел.: (495) 733-95-82/83/84/85, 921-39-14  
E-mail: [baxi@baxi.ru](mailto:baxi@baxi.ru)



www.forumc-o-k.ru

## Рекуператоры тепла вентиляционного воздуха «ТеФо» в зимний период

Автор В.Г. БАРОН, к.т.н., директор ООО «Теплообмен» (г. Севастополь)

Рекуператоры тепла вентиляционного воздуха предназначены для обеспечения энергосбережения при осуществлении воздухообмена в помещениях. Наиболее остро этот вопрос встает в период зимней эксплуатации, когда разница температур наружного и внутреннего воздуха достигает наибольших значений. В это время года и потребительские свойства рекуператоров (нагрев поступающего наружного воздуха), и их экономические свойства (экономия энергии) становятся наиболее востребованными. Но именно в этот период появляется обусловленная естественными условиями причина, способная радикально ухудшить тепловую эффективность функционирования рекуператора.

Причина состоит в том, что на теплопередающей поверхности рекуператора со стороны теплого (удаляемого из помещения воздуха) возможно образование «шубы» инея.

Эта «шуба», обладая низким коэффициентом теплопроводности, потенциально способна сделать бессмысленным

использование рекуператора, практически исключив в нем подогрев поступающего воздуха за счет утилизации тепла удаляемого воздуха.

Для борьбы с данным негативным явлением в некоторых конструкциях рекуператоров вводятся предвключенные ТЭНы, которые подогревают поступающий морозный воздух до температур, исключающих намерзание инея на теплопередающих поверхностях.

Однако, такое конструктивное решение, во-первых, частично меняет саму суть рекуператоров, превращая их в некоторой мере в электрический подогреватель поступающего воздуха и, во-вторых, снижает тепловую эффективность непосредственно рекуператора, т.к. наружный воздух, поступающий на рекуператор после прохождения предвключенного ТЭНа, имеет уже повышенную против исходной температуру, что, ввиду уменьшившегося таким образом температурного напора, снижает тепловую эффективность рекуперативного теплообмена в изделии.

Вопрос о возможном намерзании инея на теплопередающих поверхностях выпускаемых нами децентрализованных рекуператоров тепла вентиляционного воздуха «ТеФо» нередко задают и нам, тем более, что в конструкции наших рекуператоров не предусмотрено никаких устройств для предварительного подогрева наружного воздуха. Дать корректный и однозначный ответ на такой вопрос не представляется возможным, т.к. динамика намерзания инея в рекуператоре зависит не только от его конструкции, но и от массы взаимонезависимых и произвольно сочетающихся между собой в каждом конкретном случае факторов. Основными из них являются: исходная степень рекуперации данного изделия, температура наружного воздуха, соотношение расходов удаляемого и поступающего воздуха, абсолютное значение расхода удаляемого воз-



духа, температура, а также относительная влажность воздуха в помещении. Однако, некоторые качественные оценки этого процесса очевидны и были приведены нами еще на стадии разработки технической документации на рекуператоры «ТеФо». В частности, в «Техническом описании и Инструкции по эксплуатации «ТеФо» в п. 2.5.3 записано: *«Процесс инееобразования при базовых расходах удаляемого и подаваемого воздуха, как правило, вообще не наблюдается при температурах наружного воздуха, превышающих  $-10$ – $-15$  °С»; и далее: «Процесс намерзания льда, как правило, носит пульсирующий около некоторого значения толщины наледи характер («шуба») увеличивается до определенных размеров, после чего увеличение скорости потока теплого воздуха, с одной стороны, и уменьшившаяся из-за обледенения теплопроводность стенок, с другой стороны, приводят к остановке процесса намерзания и некоторому его обратному течению и т.д., благодаря чему процесс колеблется около некоторого положения равновесия)... Если же, ввиду неблагоприятного сочетания факторов, обмерзание будет развиваться даже до смыкания ледяных корок соседних трубочек вплоть до полного перекрытия проходного сечения удаляемого воздуха, то ни к каким опасным последствиям это привести не может. В этом случае рекуператор просто прекратит функционировать в качестве такового и превратится в обычный канал для подачи наружного воздуха. После оттайки образовавшейся наледи рекуператор полностью восстановит свои первоначальные свойства. Достижение такого, безусловно нежелательного, режима, как правило, не вызывает дефектов самого рекуператора».*

К настоящему времени появились некоторые фактические данные, позволяющие с качественной точки зрения подтвердить справедливость указаний, приведенных в «Техническом описании», а также количественно охарактеризовать динамику снижения степени рекуперации из-за образования «шубы» инея. В настоящей

статье проанализированы результаты эксплуатации по прямому назначению рекуператоров «ТеФо» в зимний период 2008–2009 гг., а также дана аналитическая обработка результатов периодических испытаний одного из серийных рекуператоров «ТеФо» в климатической камере.

#### **Результаты эксплуатации рекуператоров «ТеФо» в зимний период 2008–2009 гг.**

Представилось возможным проанализировать работу двух рекуператоров «ТеФо» по итогам зимней эксплуатации 2008–2009 гг. Один из рекуператоров был установлен в жилом помещении в Санкт-Петербурге, второй — в офисном помещении в г. Прокопьевске Кемеровской обл.

Микроклимат в жилом помещении в Санкт-Петербурге, где был установлен рекуператор, обеспечивался с помощью дополнительных средств климатизации и характеризовался повышенной влажностью и повышенной температурой (относительная влажность находилась на уровне 50 % при температуре порядка 23–24 °С). Длительная и непрерывная круглосуточная эксплуатация этого рекуператора при характерных для Санкт-Петербурга в этот период года температурах не вызывала никаких изменений в характеристиках работы рекуператора до тех пор, пока температура наружного воздуха не опустилась до отметки ниже  $-15$  °С. При произошедшем в конце января 2009 г. понижении температуры наружного воздуха до  $-20$  °С на наружной стене здания было визуальное обнаружение образования наледи, спускающейся вниз, начиная от нижней образующей выходного патрубка рекуператора.

Необходимо особо подчеркнуть, что этот эффект (образование наледи на выходе патрубка из стены) не является одной из особенностей, присущих именно рекуператорам «ТеФо», а определен законами природы и будет характерен для работы абсолютно любого рекуператора, обладающего более-менее неплохой тепловой эффективностью (конечно, при степени рекуперации, например, 10 % — если кому-то придет в голову сделать рекуператор с такой бессмысленно низкой эффективностью, — наледь может и не образоваться). Это легко увидеть, обратившись к таблицам, содержащим сведения о свойствах влажного воздуха. В частности, при температуре воздуха в помеще-

нии 24 °С и относительной влажности 50 % в 1 кг воздуха содержится 9,3 г водяных паров, а при температуре воздуха  $-4$  °С, т.е. при той температуре, которая будет на выходе из рекуператора при степени рекуперации 70 % и вышеуказанных температурах на улице и в помещении, в 1 кг воздуха не может содержаться более 2,8 г водяных паров. Таким образом, при расходе воздуха на уровне 30 м<sup>3</sup>/ч (т.е. примерно 37 кг/ч) каждый час из рекуператора вместе с выходящим на улицу потоком 100 % влажного воздуха будет выходить в виде жидкой фазы (подчеркиваем — не в виде паров, а именно в виде жидкой фазы) примерно 240 мл воды. Попав на наружную кромку стены, имеющую температуру существенно ниже 0 °С, эта вода, естественно, превращается в лед.

Учитывая, что рекуператор в описываемом случае был расположен вертикально, и поэтому его патрубок забора наружного воздуха находился на стене здания строго внизу по отношению к выходному патрубку, входное отверстие патрубка забора воздуха оказалось частично перекрыто спускающейся наледью, что уменьшило подачу свежего воздуха, правда, при одновременном повышении температуры последнего.

В офисном помещении в Прокопьевске никаких специальных устройств климатизации, призванных искусственно поддерживать измененные параметры воздуха, не применялось. Согласно информации, полученной от людей, работавших в этом офисе, в процессе функционирования рекуператора наблюдалась следующая картина. При температуре наружного воздуха на уровне  $-20$  °С на наружной поверхности теплопередающих трубочек в районе выхода из рекуператора удаляемого из помещения воздуха, примерно через 1,5–2,0 ч от момента включения рекуператора появлялась белесоватая пленка инея. Эта пленка, согласно визуальным наблюдениям, продолжала нарастать в течение еще нескольких часов, и к середине рабочего дня ее толщина стабилизировалась около некоего псевдостационарного значения. При этом ее толщина была такой, что ее наличие не оказывало заметного влияния на характеристики рекуператора (температура поступающего в помещение наружного воздуха контролировалась спиртовым термометром).

Помимо эксплуатации в описанном штатном режиме сотрудниками офи-

са был проведен эксперимент с целью определить, как повлияют длительно воздействующие экстремально низкие температуры наружного воздуха на работоспособность рекуператора. Для этого в период стояния наибольших холодов (температура опустилась до уровня  $-40^{\circ}\text{C}$ ) рекуператор был включен в начале рабочего дня и не выключен после его завершения, таким образом, рекуператор работал сутки при температуре наружного воздуха  $-40^{\circ}\text{C}$  и температуре воздуха в помещении  $20^{\circ}\text{C}$ . Утренний осмотр рекуператора на следующий день показал, что выходное сечение патрубка для выхода удаляемого из помещения воздуха оказалось практически полностью перекрыто толстой «шубой» инея. Включение режима «оттайка» позволило довольно быстро растопить образовавшийся иней и ввести рекуператор в режим нормального функционирования.

Никаких негативных последствий на работоспособность рекуператора этот эксперимент не имел — все детали и узлы рекуператора сохранили целостность и свои первоначальные геометрические размеры, и потребительские свойства самого рекуператора также в процессе эксперимента не изменились.

Визуальные наблюдения за работой этих двух рекуператоров очень хорошо согласуются с теоретическими предположениями, сформулированными нами в процессе создания рекуператоров и изложенными, как отмечено выше, в «Техническом описании и Инструкции по эксплуатации рекуператоров «ТеФо».

Анализ двух вышеописанных примеров использования рекуператоров «ТеФо» в условиях достаточно низких температур позволяет сделать ряд основанных на опыте эксплуатации практических выводов.

1. До температур наружного воздуха не ниже  $-15^{\circ}\text{C}$  никаких изменений в нормальном функционировании рекуператоров «ТеФо» не происходит. Таким образом, можно утверждать, что, если рекуператор предназначен для эксплуатации в районах с расчетной зимней температурой на уровне  $-14^{\circ}\text{C}$ – $-15^{\circ}\text{C}$ , то никаких специальных, т.н. «зимних» функций в такой рекуператор встраивать не нужно.

2. При вертикальном расположении рекуператора и возможности понижения температуры наружного воздуха до значений ниже  $-15^{\circ}\text{C}$  возможно образование наледи, спускающейся вниз от вы-

ходного патрубка рекуператора. По этой причине необходимо либо принять меры по защите нижележащего патрубка забора наружного воздуха, например, путем устройства козырька над ним, либо вывести выходной патрубков с выпуском примерно на 60–70 мм из стены, с тем, чтобы образующаяся наледь свисала с него в виде сосульки и не перекрывала входное сечение патрубка забора воздуха.

3. При создании условий, способствующих образованию существенной «шубы» инея, т.е. если температура наружного воздуха может длительно опускаться ниже  $-20$ – $-22^{\circ}\text{C}$ , рекуператор должен снабжаться кнопкой «оттайка».

Следует отметить, что такую кнопку, предусматривающую выключение только вентилятора, подающего наружный воздух, мы в прежние годы предусматривали по умолчанию на всех рекуператорах, но, как показывал предыдущий опыт эксплуатации рекуператоров (а до зимы 2008–2009 гг. рекуператоры не эксплуатировались в регионах с возможным длительным снижением температур ниже  $-25^{\circ}\text{C}$ , необходимости в ней не возникало, и мы оставили эту функцию в качестве дополнительной опции, встраиваемой по отдельному согласованию. По итогам вышеописанной зимней эксплуатации в Прокопьевске принято решение изменить уровень приоритета функции «оттайка» — теперь, как в первые годы выпуска нами рекуператоров, она предусматривается по умолчанию и, только если известно, что регион, где предполагается эксплуатация изделия, имеет расчетную зимнюю температуру выше  $-12^{\circ}\text{C}$ , эта функция вводиться не будет.

#### Аналитическое описание динамики образования «шубы» инея

Вышеописанные наблюдения, проведенные на двух рекуператорах во время их эксплуатации по прямому назначению при суровых зимних температурах, позволили получить качественное описание функционирования рекуператоров в этих условиях и сформулировать некоторые полезные выводы. Однако было небезынтересно получить не только качественную картину, но и количественное описание процессов намерзания инея на теплопередающих трубах рекуператора.

Для этого имеются необходимые фактические данные. В ходе периодических испытаний в декабре 2006 г. одно-

го из серийных рекуператоров «ТеФо» в сертифицированной климатической камере были получены необходимые данные, позволяющие вывести математические зависимости, описывающие динамику образования «шубы» инея на поверхности трубок, но, к сожалению, на базе относительно непродолжительного отрезка времени. Однако представлялось нецелесообразным опубликование этих количественных характеристик процесса инеобразования до получения их подтверждения в натурных условиях — пусть качественного, но хорошо корреспондирующегося с полученным в эксперименте результатом. После получения сведений об итогах эксплуатации двух вышеописанных рекуператоров, которые полностью соответствуют ожидаемым результатам, можно представить полученные в ходе экспериментов данные.

Условия эксперимента (рис. 1):

- вывод температуры с термомпар на приборную стойку;
- изменение расхода воздуха крыльчатым анемометром и электронным секундомером;
- изменение влажности в теплом отсеке психрометром Августа;
- возможность визуального контроля за образованием и оттаиванием «шубы» инея ввиду того, что патрубков выхода удаляемого воздуха был расположен в теплом отсеке климатической камеры.

Средствами автоматизации климатической камеры температуры в холодном и теплом отсеке поддерживались соответственно в районе  $18^{\circ}\text{C}$  и  $-22^{\circ}\text{C}$ , а относительная влажность в теплом отсеке на уровне 70%.

Результаты испытаний с отметками по времени приведены в табл. 1. Там же (две крайние справа колонки) указаны значения степени рекуперации  $\epsilon$  для каждой точки замера и время  $\Delta t$ , прошедшее до момента данного замера от начала включения рекуператора. Однако, для времени 14:15 в последней колонке приведено не время, а расчетная степень рекуперации, причины чего пояснены чуть ниже, а для времени 15:00 соответствующая клетка в последней колонке не заполнена вовсе в связи

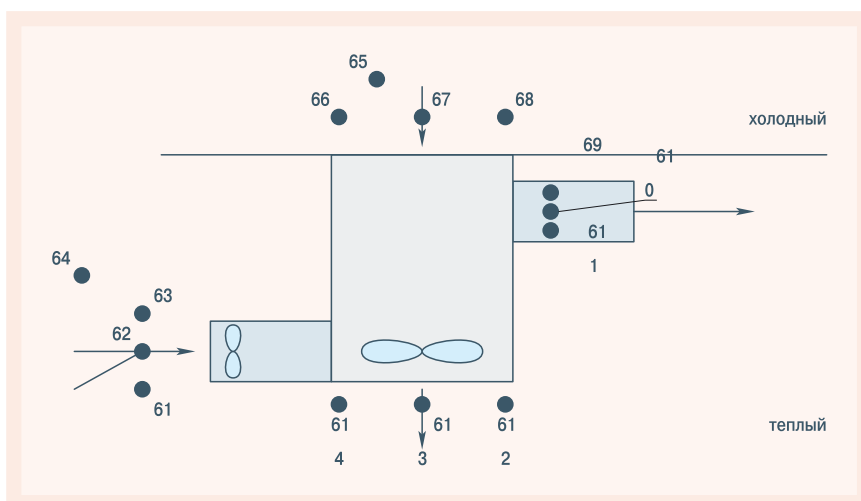


Рис. 1. Схема связей в единой технологической системе здания

Результаты испытаний

табл. 1

№	Время замера	$V_{\text{х}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$t_{\text{х1}}, \text{°C}$	$t_{\text{х2}}, \text{°C}$	$Q_{\text{х}}, \text{ккал}/\text{ч}$	$t_{\text{г1}}, \text{°C}$	$\epsilon$	$\Delta t, \text{мин.} / \epsilon_{\text{расч}}$
1	12:45	86,0	-23,0	7,5	848,3	18,25	0,739	7,7 (расч)
2	14:15	86,0	-20,32	4,2	682,0	18,32	0,635	0,644
3	15:00	86,0	-23,58	6,44	834,4	18,01	0,722	-
4	16:30	86,0	-23,24	8,74	890,0	18,08	0,774	5
5	16:33	86,0	-22,84	6,86	826,1	17,73	0,732	8
6	17:25	86,0	-24,9	2,58	787,7	16,92	0,657	60
7	17:28	86,0	-24,49	2,5	751,0	16,79	0,654	63
8	17:35	86,0	-23,86	2,41	730,7	16,93	0,644	70
9	17:38	86,0	-21,92	4,13	723,2	18,76	0,64	73

с тем, что параметры этой точки были достигнуты в результате неполной оттайки, начатой с некоторой произвольной степени намерзания инея.

Степень рекуперации (по сути — степень энергосбережения рекуператора) рассчитывалась как отношение разности температур холодного воздуха на входе и выходе (абсолютное значение нагрева холодного воздуха) к разности температур холодного и теплого воздуха на входах в рекуператор:

$$\epsilon = \frac{\Delta t_{\text{х}}}{\Delta t_{\text{вх}}}, \quad (1)$$

где  $\epsilon$  — степень рекуперации;  $\Delta t_{\text{х}} = t_{\text{х2}} - t_{\text{х1}}, \text{°C}$  ( $t_{\text{х1}}$  и  $t_{\text{х2}}$  — соответственно, температуры наружного воздуха на входе в рекуператор и на выходе из него);  $\Delta t_{\text{вх}} = t_{\text{г1}} - t_{\text{х1}}, \text{°C}$  ( $t_{\text{г1}}$  — температура удаляемого воздуха на входе в рекуператор).

Для наглядности на рис. 2 графически показаны эти значения степени рекуперации, положенные на ось времени.

На первый взгляд хаотический и существенный разброс значений степени рекуперации одного и того же рекуператора, работающего в более-менее идентичных условиях, обескураживает. Однако, если на ось абсцисс нанести засечки во времени, позволяющие соотнести ту или иную точку с особенностями съема параметров в этой точке благодаря учету дополнительной информации о режиме проведения испытаний (на рис. 2 эти засечки уже нанесены и располагаются около соответствующих точек), то этот разброс уже становится не хаотическим, а детерминированным.

Дополнительная информация о режиме проведения испытаний такова.

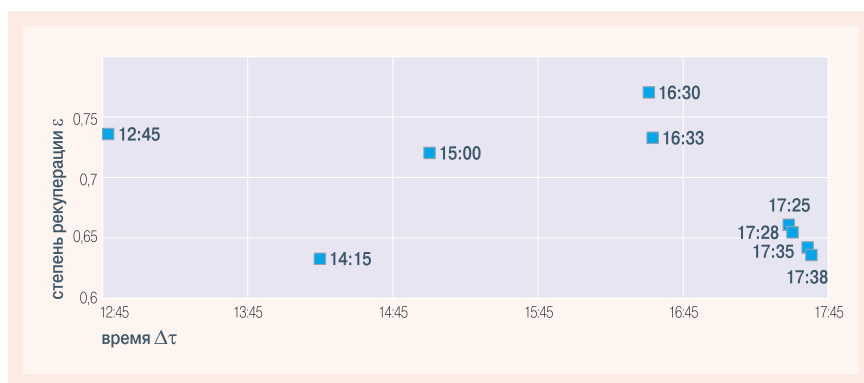
1. В 12:45 группа испытателей прибыла на стенд в заранее обусловленное время и обнаружила рекуператор уже функционирующим. Был осуществлен замер. По словам персонала, обслуживающего климатическую камеру, они включили рекуператор примерно за 10 мин. до назначенного времени, чтобы убедиться в работоспособности средств измерения, и к моменту начала испытаний уже прошло время тепловой инерции, обычно принимаемое равным примерно 10-ми-

нутному временному интервалу (персонал не знал, что время тепловой инерции рекуператора «ГеФо» чрезвычайно мало и не превышает одной-двух минут).

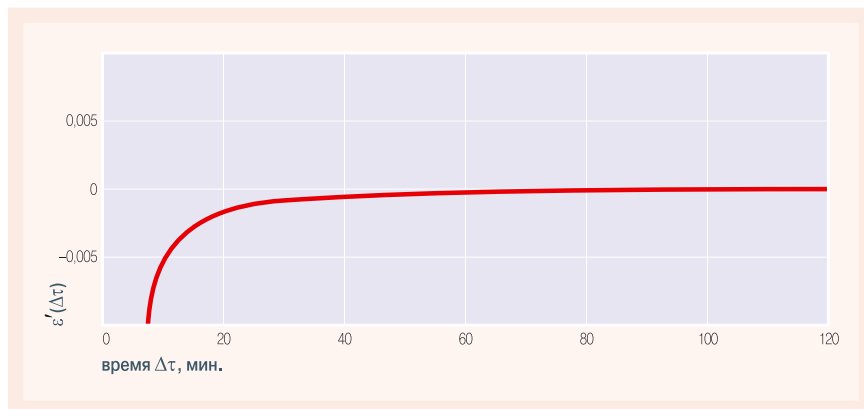
2. С 13:00 до 14:00 у обслуживающего климатическую камеру персонала был обеденный перерыв, в связи с чем следующий замер был произведен в 14:15. При предварительной обработке полученных в ходе этого замера данных выявилось весьма существенное снижение степени рекуперации. Предположение об образовавшейся за полтора часа «шубе» подтвердилось визуально — трубки на выходе из рекуператора воздуха теплого отсека оказались покрыты не толстым, но заметным даже при поверхностном осмотре слоем инея. Было принято решение включить режим оттайки (кнопка «оттайка», как было отмечено выше, в прежние годы по умолчанию устанавливалась на всех экземплярах рекуператоров).

3. В 15:00 рекуператор после визуального осмотра, показавшего отсутствие слоя инея на наружных рядах трубок, но наличие на них капель влаги, причем кое-где коагулирующих в сплошную водяную пленку, был включен в работу, и через несколько минут производился замер параметров. Обработка полученных в ходе этого замера данных показала, что степень рекуперации заметно выросла по сравнению с предыдущим измерением, но оказалась все же ниже первоначально зафиксированной. Испытатели вновь осмотрели трубки в районе выходного патрубка и обнаружили, что не все капельки влаги испарились и были унесены потоком воздуха, на что испытатели рассчитывали, а, из-за малой степени тепловой инерции, частично замерзли, при этом имевшаяся кое-где водяная пленка превратилась в ледяную корочку. Было принято решение повторно включить режим оттайки.

4. В 16:30 после тщательного визуального осмотра теплопередающих трубочек в районе выходного патрубка, показавшего полное отсутствие на поверхности трубочек не только инея, но и влаги, рекуператор включен в работу, и спустя 2–3 мин. был проведен замер параметров. Необходимо подчеркнуть, что после полной оттайки рекуператора в его корпусе практически не было обнаружено талой воды (визуально было установлено наличие примерно 3–5 мл воды). Как и предполагалось,



■ Рис. 2. Значения степени рекуперации, положенные на ось времени



■ Рис. 3. Графическое представление уравнения (3)

оттайка произошла через процесс сублимации, и молекулы воды, срывааемые с верхних, нагреваемых потоком теплого воздуха слоев «шубы», были подхвачены турбулентным потоком воздуха и вынесены за пределы рекуператора.

5. В 16:33, в 17:25, в 17:28, в 17:35 и в 17:38 осуществлялся последовательный съем данных с работающего рекуператора.

6. В 17:45 у сотрудников испытательного стенда завершился рабочий день.

Из рассмотрения графика видно, что степень рекуперации возростала после оттайки и снова падала после включения рекуператора в работу. Но то, что это падение происходило существенно не равномерно, а с меняющейся во времени динамикой, становится очевидным, если, глядя на график, рассматривать только точки, лежащие правее отметки 16:30, т.е. анализировать только те значения, которые были получены с момента включения полностью оттаявшего и осушенного рекуператора до его остановки без каких-либо вмешательств в его работу (аналог его функционирования на объекте).

Использование математического аппарата численной обработки данных позволило подобрать уравнение, наи-

более точно аппроксимирующее полученные значения. Это оказалось уравнение дробно-линейной зависимости, выражающееся для данного типоразмера рекуператора в численном виде формулой:

$$\epsilon = \frac{0,6372498 \Delta t}{\Delta t - 1,063929}, \quad (2)$$

где  $\Delta t$  — время, прошедшее от момента включения рекуператора в работу, мин.

Получив уравнение, описывающее динамику снижения эффективности работы рекуператора при образовании на его трубках инея, можно выполнить анализ поведения полученной функции и посмотреть, где снижение тепловой эффективности происходит наиболее быстро, а где процесс снижения протекает значительно медленнее, что имеет не только теоретический интерес, но и практическое значение. Располагая такой информацией, можно дать практические рекомендации по использованию рекуператоров на объектах в зависимости от выбранной стратегии их использования. Но об этих практических рекомендациях несколько ниже, а сейчас хочется обратить внимание на возможность, располагая полученной функцией, методом обратного счета определить —

обманул ли персонал, обслуживающий климатическую камеру, прибывшую группу испытателей, сообщая им приблизительное время включения в работу, или нет. Ведь результаты, полученные во время замеров в 12:45 и в 14:15, должны укладываться в зависимость, описывающую снижение во времени степени рекуперации, т.е. в зависимость (2). И, если полученная дробно-линейная зависимость верна, то, подставив в нее значение степени рекуперации для времени 12:45, мы должны получить цифру, близкую к 10 мин. Но вот вопрос — а можно ли быть уверенным в достоверности описания динамики образования наледи в рекуператоре полученной дробно-линейной зависимостью и, с другой стороны, а является ли единственный замер, выполненный в 12:45 достаточно представительным, чтобы по нему одному судить о справедливости полученной зависимости. Дело в том, что значение, полученное в 12:45, базируется на очень небольшом временном интервале (10 мин.) и даже незначительная абсолютная погрешность в 1–2 мин. (а персонал не засекал время включения им рекуператора и лишь примерно сориентировал испытателей, сказав насчет 10 мин.) может привести в этой области изменения функции к значительной относительной ошибке и послужить источником неправильных умозаключений о корректной (или, наоборот, о некорректной) аппроксимации полученной аналитической зависимостью семейства экспериментальных значений. И тут неоценимую роль арбитра может сыграть значение степени рекуперации, полученное в 14:15. Замер в этой точке отстоит от начала испытаний примерно на 100 мин., из которых 90 мин. прошли в присутствии группы испытателей. И если даже персонал ошибся на 2–3 мин. или даже на 5–6 мин., говоря о 10 мин., то эта ошибка мало повлияет на ту временную базу, которая принята для точки в 14:15 (она принята равной 100 мин. и складывается из 90 мин. работы рекуператора в присутствии испытателей и плюс 10 мин., сообщенных персоналом).

Подстановка в уравнение (2) значения аргумента, выраженное числом «100», дает степень рекуперации 0,644, что очень хорошо коррелирует с полученным в эксперименте значением 0,635 (погрешность менее 1,5%). Это позволяет с достаточной долей уверенности говорить о том, что уравнение (2) достоверно описывает на временном интервале до двух часов динамику изменения степени рекуперации, обусловленную образованием «шубы» инея в условиях эксперимента (хочется напомнить о чрезмерно высокой относительной влажности в теплом отсеке, равной 70%).

Теперь уже с достаточной уверенностью можно говорить о том, насколько ошибся персонал, «на глаз» оценивая время, прошедшее от начала включения рекуператора до первого замера. Подстановка в уравнение (2) значения степени рекуперации, равного 0,739 дает значение аргумента, равное 7,7 мин., и говорит о хорошем чувстве времени у персонала стенда.

Убедившись в достаточно хорошем описании уравнением (2) динамики изменения степени рекуперации, можно использовать полученное уравнение для выработки правильной стратегии эксплуатации рекуператоров этого типа на объектах. Ответ на вопрос, связанный с выбором стратегии эксплуатации, кроется в осознании резко неравномерной во времени динамики изменения скорости снижения степени рекуперации.

Простой визуальный анализ расположения точек после времени 16:30 (см. рис. 2) показывает, что вблизи начала отсчета времени степень рекуперации падает стремительно, а с течением времени происходит замедление ухудшения тепловой эффективности рекуператора с выходом этой кривой на достаточно удаленном от начала эксплуатации отрезке времени к прямой линии, параллельной оси абсцисс (т.е. с выходом на псевдостабильный тепловой режим около некоей точки временного равновесия). Таким образом, вышеизложенное позволяет сформулировать вполне прагматичные рекомендации.

А именно, если для данного объекта в данный период времени важно обеспечить поддержание как можно более высокой степени рекуперации, то необходимо достаточно часто включать режим оттайки, не давая рекуператору выйти из области крутого изменения характеристики на пологую, а тем более на почти горизонтальную часть кривой (но надо помнить, что при реализации режима оттайки снижается количество воздуха, поступающего через рекуператор в помещение). Если же вполне допустимым является некоторое снижение уровня рекуперации, но требуется сохранить количество поступающего через рекуператор воздуха, то следует придерживаться иной стратегии использования, прибегая к режиму оттайки достаточно редко.

Однако эти рекомендации пока носят не конкретный, а описательный характер. Имея целью получить возможность каким-то образом формализовать эти выводы, мы провели анализ поведения кривой, графически интерпретирующей уже не изменение степени рекуперации, а скорость изменения степени рекуперации. Для этого уравнение (2) было продифференцировано по времени и получено выражение (3), задающее вид искомой зависимости:

$$\epsilon' = -\frac{0,67799}{(\Delta t - 1,063929)^2}, \quad (3)$$

где  $\epsilon'$  — первая производная степени рекуперации по времени.

Уравнение (3) графически представлено на рис. 3.

Из рассмотрения рис. 3 видно, что наиболее стремительно степень рекуперации в эксперименте падала на протяжении первых 10–15 мин. с момента включения изделия в работу, затем наступает переходный период, в течение которого происходит быстрое уменьшение скорости падения степени рекуперации. Этот период длится примерно до отметки 30–35 мин. После него наступает достаточно длительный период псевдостабильности, измеряемый уже не минутами, а часами, на протяжении которого продолжается, но уже очень медленно, снижение тепловой эффективности рекуператора.

Таким образом, можно сделать вывод, что при условиях, близких к условиям эксперимента (что особенно важно подчеркнуть — в эксперименте поддерживалась неестественно высокая для зимних условий относительная влаж-

ность в помещении), надо либо каждые 25–30 мин. включать режим оттайки, если важно сохранить максимальную степень рекуперации, либо же, если вполне устраивает снижение степени рекуперации от 75% до уровня в 60%, но есть необходимость сохранять расчетный расход поступающего через рекуператор воздуха, прибегать к режиму оттайки достаточно редко (например, один раз в 4 ч или даже один раз в 8 ч).

Однако следует помнить, что эмпирически подобранные зависимости, удовлетворительно описывающие поведение тех или иных материальных объектов в границах проведенных экспериментов, не должны экстраполироваться на достаточно далеко выходящие за эти границы значения аргумента.

Полученные при таком подходе расчетные значения функции могут весьма существенно отличаться от реальных. Это наиболее актуально для областей, где происходит быстрое изменение функции в зависимости от изменения аргумента, и менее актуально (а потому позволительно применение более отдаленной экстраполяции) для областей, где функция меняется не столь стремительно. В рассматриваемом случае очевидно, что экстраполяция в сторону начала эксперимента от значения аргумента, равного «5», практически недопустима даже на 1 мин., но в то же время вполне позволительной является экстраполяция в сторону увеличения аргумента на величины, измеряемые даже не десятками минут, а несколькими часами (по крайней мере, зависимость, для получения которой было использовано крайнее значение аргумента «73», дала хорошее совпадение с экспериментально полученным значением функции при значении аргумента «100»).

Проведенный совместный анализ сведений, полученных с объектов реальной эксплуатации рекуператоров (качественные характеристики работы рекуператоров в условиях низких температур), и данных натурных экспериментов (количественное описание работы рекуператора), во-первых, выявил хорошую сходимость качественного проявления особенностей работы рекуператоров в зимних условиях с количественным описанием процесса замерзания инея, и, во-вторых, позволил получить некоторые конкретные рекомендации по наиболее эффективно применению рекуператоров в таких условиях. ■

# Энергоэффективные решения от компании BROEN

Компетентное проектирование инженерных систем зданий позволяет предусмотреть возможности существенного снижения капитальных затрат при строительстве, а также сократить срок окупаемости данных систем благодаря внедрению энергосберегающих технологий еще на стадии проектирования.

Компания Broen вот уже на протяжении шестидесяти лет разрабатывает и производит оборудование для систем тепло-, холодо- и водоснабжения, газораспределения и промышленности на основе энергосберегающих технологий. Продукция компании характеризуется высокой надежностью и позволяет экономично расходовать природные ресурсы. С 1997 г. компания Broen официально представляет свою продукцию и на российском рынке: стальные шаровые краны Ballomax, балансировочные клапаны Ballorex и регулирующую арматуру Clorius. В 2003 г. в п. Радужный (Московская обл.) было открыто производство шаровых кранов Ballomax. На нашем производстве особое внимание уделяется сохранению высокого качества продукции. Работы ведутся на современном оборудовании европейских производителей в строгом соответствии с датской технологией производства.

Весьма важно еще на этапе проектирования произвести детальный расчет инженерных систем с учетом условий работы будущей системы и предусмотреть возможности внедрения современных технологий обеспечения тепло- и холодоснабжения зданий. Для удобства подбора оборудования мы разработали ряд программ по подбору оборудования (балансировочных клапанов и регулирующих клапанов), а также проделали работу по включению нашего оборудования в программы по комплексному расчету систем, такие как «Поток», «АРС-ПС», MagiCad. Внедрение передовых технологий теплоснабжения позволяет реализовать наиболее перспективные методы энергосбережения. Перечень таких способов достаточно широк, но одни из наиболее эффективных являются:

- ППУ-изоляция трубопроводов и их бесканальная прокладка;
- гидравлическая балансировка (увязка) систем отопления;
- автоматизация тепловых пунктов в зависимости от текущей температуры наружного воздуха (погодная компенсация);
- использование частотно-регулируемого электропривода на всех насосных агрегатах;
- установка регулирующих термостатов на отопительных приборах квартир и т.д.



Из этого списка технологий компания Broen представляет решения по гидравлической балансировке систем отопления (а именно применение различных типов балансировочных клапанов Ballorex), элементы для ППУ-изоляции трубопроводов (а именно шаровые краны Ballomax под ППУ-изоляцию) и решения по автоматизации тепловых пунктов.



## ППУ-изоляция

ППУ-изоляция является энергосберегающей технологией, применяемой в Европе и России. Данная технология позволяет значительно сократить тепловые потери от трубопроводов при транспортировке тепла от его источника до потребителя. Применение данной технологии позволяет снижать тепловые потери с 25–30% до нескольких процентов.

Компания Broen производит шаровые краны Ballomax под ППУ-изоляцию с возможностью удлинения штока до 5 м на производственном комплексе в п. Радужный. Данные краны активно используются как в Московском регионе, так и в других регионах России для бесканальной прокладки трубопроводов.



Особенностью их является длительный срок службы — до 25–30 лет, большое количество циклов «открытие/закрытие» (до 10 тыс.) и характеристика удлинения штока (а именно то, что оно съемное и точность его изготовления 1 см при длине до 5 м).

## Гидравлическая балансировка (увязка) систем отопления

Гидравлическая балансировка (увязка) системы отопления осуществляется с помощью статических и автоматических (динамических) балансировочных клапанов Ballorex и регуляторов перепада давления Clorius.

Использование статических балансировочных клапанов Ballorex S и Ballorex Venturi позволяет настроить расход теплоносителя на заданную величину в системах отопления с постоянными гидравлическими характеристиками (напором, потерей давления на элементах трубопроводной сети). Посредством

данных балансировочных клапанов осуществляется сбалансированное распределение тепловых потоков между отдельно стоящими домами, индивидуальными тепловыми пунктами и стояками системы отопления.

Динамические балансировочные клапаны обеспечивают расчетное распределение потоков по стоякам системы отопления вне зависимости от колебаний давлений в распределительных трубопроводах, а также работу радиаторных термостатов в оптимальном режиме и исключают возможность возникновения шумовых эффектов вследствие большого перепада давления на них.

Динамические балансировочные клапаны позволяют ограничивать расход в системах отопления с переменными гидравлическими характеристиками — например, в системе с переменным напором или в системе с установленными на отопительных приборах терморегуляторами. Использование автоматических балансировочных клапанов Ballorex QP + M позволяет поддерживать потерю давления на терморегуляторах в заданном диапазоне во избежание возникновения шумовых эффектов. Кроме того, клапаны Ballorex QP + M способны обеспечить зональную регулировку системы отопления, т.е. исключить влияние стояков друг на друга. Таким образом, при отключении одного или нескольких стояков расход на других стояках не будет превышать расчетного значения.

Регуляторы перепада давления обеспечивают расчетную работу всего теплового пункта или его части посредством поддержания постоянного перепада давления между двумя точками системы.

#### Автоматизация тепловых пунктов

Автоматизация тепловых пунктов реализована с функцией погодной компенсации температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления. Это осуществляется с помощью контроллера системы отопления серии Clorius серии KC 2002, датчиков температуры и исполнительного регулирующего клапана (или клапанов). Эти контроллеры по показаниям датчиков температуры теплоносителя и наружного воздуха управляют регулирующими клапанами и насосами системы отопления, через которые подается теплоноситель от системы отопления.

В контроллеры серии KC 2002 запрограммированы до 90 возможных схем систем отопления и ГВС, что позволяет без труда произвести пуск и настройку данных контроллеров.

Реализация указанной технологии создает условия совпадения по времени режимов количества выработанного и потребленного тепла. При этом количество потребляемого тепла определяется текущей температурой наружного воздуха, без «перетоков» и «недотопов» в зависимости от теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций зданий, а также имеется возможность снижать уровень отопления нежилых помещений в периоды их не использования — например, административные здания в ночное время.

Экономия энергоресурсов с помощью этой технологии может достигать до 20–25%, что особенно актуально в весенне-осенний отопительный период. □

*Статья подготовлена с использованием материалов компании Broen. За подробной информацией можно обратиться в российское представительство компании [www.broen.ru](http://www.broen.ru).*

#### ООО «БРОЕН»

109129, Москва, ул. 8-я Текстильщикова, 11/2

Тел.: +7 (495) 228-11-50, факс: +7 (495) 228-11-53

E-mail: [info@broen.ru](mailto:info@broen.ru), [www.broen.ru](http://www.broen.ru)



У тепла есть имя



BROEN · Clorius

## Регулирующая арматура для систем тепло- и холодоснабжения

САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

РЕГУЛИРУЮЩАЯ АРМАТУРА

ТЕПЛО-СНАБЖЕНИЕ И ГАЗ

КРАНЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРИЙ

АВАРИЙНЫЕ ДУШИ

# BROEN

INTELLIGENT FLOW SOLUTIONS

ООО «БРОЕН»

109129 · Москва · ул. 8-я Текстильщикова · 11/2

Тел. (495) 228 11 50 · Факс (495) 228 11 53

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

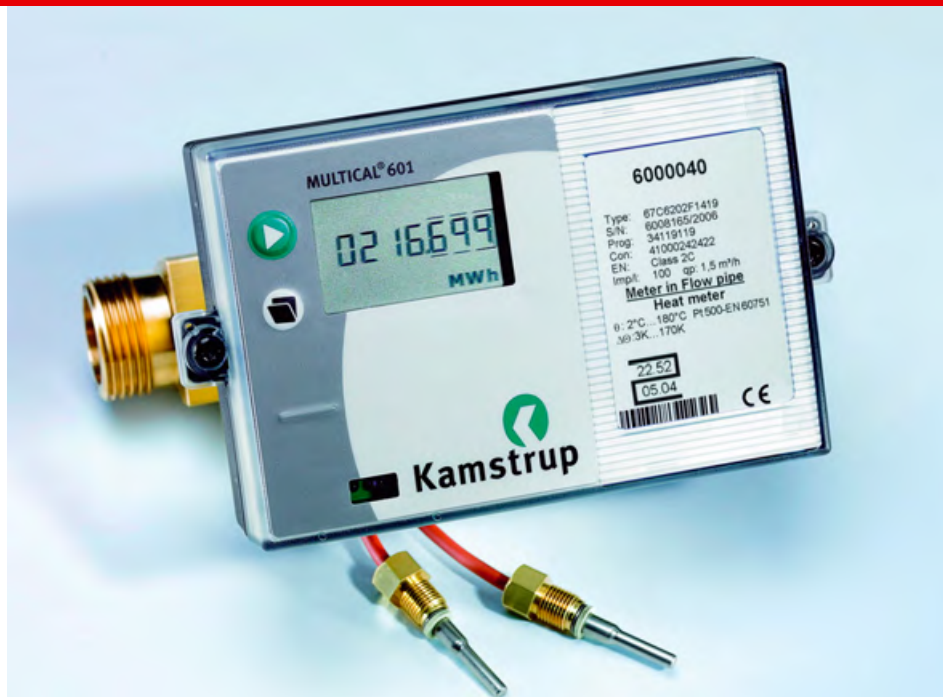


Фото компании Kamstrup.

## Технологии сбора данных с приборов учета тепла

Повсеместная установка приборов учета является сегодня одним из приоритетных направлений реформирования ЖКХ. Однако после монтажа теплосчетчика необходимо обеспечить возможность оперативного и регулярного снятия показаний с него. В тех случаях, когда собирать данные нужно с 10–15 приборов учета, затруднений обычно не возникает. Но уже сейчас большинство специалистов сталкиваются с увеличением количества обслуживаемых приборов, что требует организации автоматического сбора показаний. К тому же система диспетчеризации становится большим подспорьем в мониторинге сетей теплоснабжения. О выборе оптимальной технологии сбора и передачи данных пойдет речь ниже.

На сегодняшний день в России преобладает практика ручного сбора данных с приборов учета. Тепловые компании содержат штат контролеров и инспекторов (а иногда это десятки человек), которые обходят объекты и фиксируют показания счетчиков. Затем полученные данные нужно внести в базу данных. Делается это опять же вручную операторами расчетных центров. Подобный подход имеет ряд очевидных недостатков.

Во-первых, регулярные обходы всех объектов, оборудованных приборами учета, требуют немало времени. Во-вторых, ручной сбор и ввод данных подразумевают вероятность ошибок. В-третьих, в силу различных причин доступ к приборам учета для визуального контроля может быть ограничен. Наконец, а многие специалисты справедливо считают это основным недостатком ручного сбора, он не позволяет осуществлять мониторинг состояния теплосетей в режиме реального времени.

Внедрение систем автоматического считывания показаний создает условия для оптимизации затрат на обслуживание тепловых сетей. К тому же, будучи объединены в единую сеть, приборы учета позволяют получать данные о расходе тепла и параметрах теплоносителя на различных участках сети одновременно. Это помогает тепловой компании исключить дисбаланс в ее работе и оптимизировать гидравлику. Отслеживая «аномальные» изменения показаний приборов, можно оперативно выявлять аварийные участки сети, на которых возникают отклонения. Вместо устных и нерегулярных отчетов обходчиков диспетчер получает возможность наблюдать за состоянием своего участка сети на экране монитора. Но для этого нужно, чтобы счетчики «выходили на связь» не реже, чем ежесуточно, еще лучше, если они постоянно будут в режиме «on-line».

Автоматический сбор данных с приборов учета облегчает работу не только

специалистов тепловых сетей, но и организаций, обслуживающих тепловые пункты, а также управляющих компаний жилой и коммерческой недвижимости. Такие решения широко используются в Европе, находят они применение и в нашей стране. Например, в подмосковном городе Долгопрудный приборы учета Kamstrup, тепловая автоматика и насосное оборудование нескольких ИТП и ЦТП подключены к системе удаленного контроля и снятия показаний.

«Обслуживание тепловых пунктов, не оборудованных системами диспетчеризации, требует регулярных обходов. Для нашей компании оказалось выгоднее организовать удаленный сбор данных, чем держать целый штат обходчиков. Сейчас один специалист видит на мониторе компьютера все необходимые параметры и в случае необходимости может быстро внести





www.worldpaper.com

изменения в работу тепловой сети, например, скорректировать температуру теплоносителя. Для жильцов важно, что их заявки выполняются быстро. Кроме того, отсутствие утечек и перетоков экономит тепло, а значит, сокращает расходы на оплату отопления», — объясняет Владимир Литвишков, директор компании «Теплоперспектива», обслуживающей тепловые пункты.

Главное условие, необходимое для реализации сетевых решений, — возможность включения приборов учета в систему диспетчеризации, а также гарантия их надежности и бесперебойной работы. Без этого любая схема сбора данных будет нефункциональна. Лучшее всего, если счетчик допускает в случае необходимости (например, при расширении или модернизации сети) переход на любой из применяемых сегодня способов передачи информации. Осуществить это позволяют современные вычислители с модульной архитектурой, например, Multical 601. Как отмечает Кирилл Ключин, технический специалист компании Kamstrup, ведущего мирового производителя и поставщика системных решений в энергоучете, «...вычислители позволяют проводить модернизацию системы диспетчеризации без дополнительного пе-

репрограммирования. Счетчики просто укомплектовываются другим модулем передачи данных, например, для связи по наиболее современному на сегодняшний день протоколу LON или по радиоканалу...».

#### Выбор уместен

Выбор технологии сбора и передачи данных зависит от задач, которые ей предстоит решать. Попробуем разобраться в многообразии используемых сегодня в России способов объединения приборов учета в сеть.

Для жилых домов с поквартирным учетом тепла идеальным решением на сегодня является технология связи по протоколу M-Bus. Для коммутации приборов в этом случае используется двухжильный кабель, аналогичный телефонному, подключение осуществляется по параллельной схеме. Достоинствами решения являются невысокая стоимость его реализации и независимое питание сетевого контроллера. К одному концентратору (M-Bus Master) можно подключить до 250 приборов учета. К недостаткам следует отнести ограничение на общую длину шины, невысокую скорость, вызванную тем, что счетчики опрашиваются последовательно, а также ограничения по стандарту данных. Подобная схема была реализована при организации системы теплоснабжения нового жилого дома на ул. Чайковского в Ярославле. Как считает Игорь Рачков, специалист компании «Кройс», осуществ-

лявшей наладку системы учета в здании, «...сегодня не существует технологии, которая была бы удобнее и дешевле для поквартирного учета, чем M-Bus...». Данные с 61 прибора учета, установленного в квартирах и магазинах, расположенных на первом этаже здания, поступают с заданным интервалом на компьютер диспетчера. В соответствии с показаниями плата за отопление легко распределяется между собственниками помещений.

На объектах со сложной технической инфраструктурой все более широкое применение находит гибкая сетевая платформа LONWorks, созданная в 1988 г. компанией Echelon. Это решение на базе универсальной высокоскоростной шины, позволяющей осуществлять управление самыми разными инженерными системами. Его безусловными достоинствами являются скорость передачи данных, отсутствие серьезных (для локального применения) ограничений на протяженность сети, а также возможность для использования в различных целях — от дистанционного управления электродвигателями до автоматизации охранных систем. В сущности, платформа была разработана для применения в так называемых интеллектуальных зданиях. Она позволяет диспетчеру постоянно держать руку на пульсе системы теплоснабжения. Конечно, организация сети LONWorks обойдется существенно дороже, а для ее обслуживания требуется персонал, имеющий специальную подготовку. Однако, поскольку эксплуатировать сеть могут сразу несколько служб, такой вариант представляется оптимальным для больших торговых или офисных комплексов, а также крупных предприятий. Подобное решение было использовано в системе учета ресурсов башни «Федерация» делового центра «Москва-Сити». 82 теплосчетчика и 41 электросчетчик в аппаратах здания, имеющих общую площадь более 9000 м<sup>2</sup>, передают данные на диспетчерский пульт ежеминутно.

Все большую популярность в Европе приобретает использование высокочастотной радиосвязи для удаленного считывания показаний с приборов учета. Так, тепловычислитель Multical 601 предполагает использование встроенного беспроводного роутера, обеспечивающего его работу в составе единой сети. В России эта технология пока не получила распространения. Среди основных причин можно выделить характер



Интересный вариант сбора показаний был найден одной из тепловых компаний в Дании. В третьем по величине городе страны Оденсе, получившем мировую известность благодаря родившемуся здесь Гансу Христиану Андерсену, показания счетчиков снимают... мусорщики. На мусороуборочных машинах устанавливают радиотерминалы. Обезжая ежедневно свой район, мусорщики заодно собирают данные о расходе тепловой энергии, которые передают в конце смены на диспетчерский пункт. Таким образом получают данные более чем с 20 тыс. объектов. Просто и элегантно — совсем как в произведениях великого сказочника.

Еще один недорогой способ оптимизации процесса снятия показаний также предусмотрен конструкцией уже упомянутого выше тепловычислителя Multical 601. Речь идет о быстром считывании архивов с помощью оптической головки, например, подключенной к ноутбуку. Кстати, существуют и универсальные решения. Например, ручной терминал Multiterm Pro, с помощью которого можно снимать данные не только по радио, но и через оптический разъем, а также заносить их вручную. Такой многофункциональный прибор, объединяющий в себе различные инструменты для сбора данных, позволяет проводить модернизацию системы учета в течение длительного времени, не испытывая при этом каких-либо неудобств.

Подводя итог, можно отметить, что сетевые решения и технологии дистанционного сбора данных решают сразу несколько задач. Во-первых, их применение позволяет оптимизировать затраты на обслуживание теплосетей. Во-вторых, оно делает возможным мониторинг их работы на всех участках. Наконец, при выборе оптимального способа передачи данных система диспетчеризации удобна и сокращает расходы обслуживающей организации. А выпускаемое сегодня современное оборудование поможет преодолеть любые технические преграды на пути прогресса в коммунальном хозяйстве. □

*Пресс-служба компании Kamstrup.*

застройки. Если в Европе преобладает плотное частное малоэтажное строительство, то у нас в городах возводятся в основном многоквартирные жилые дома, что объясняет меньшую плотность расположения узлов учета. Кроме того, обилие высотных железобетонных строений уменьшает радиус действия передатчиков примерно в 2–2,5 раза. Однако застройка пригородов крупных городов коттеджными поселками, перевод небольших малоэтажных жилых поселков на централизованное теплоснабжение от локальных комбинированных источников, например, мини-ТЭЦ могут сделать радиосбор данных актуальным и для нашей страны.

Также для дистанционного считывания показаний приборов могут использоваться каналы модемной связи или местные кабельные сети. Ограничения, связанные с этими двумя методами, очевидны: в первом случае необходимо подключение к телефонной линии, во втором — зависимость от возможных сбоев и аварий в сети местного провайдера, что, к сожалению, у нас сегодня не редкость.

Кроме того, в некоторых случаях (например, для отдельно стоящего домовладения) целесообразно применять передачу данных с помощью GSM-канала. Но это скорее исключение, т.к. сетевые решения подразумевают высокую плотность концентрации абонентов.

### Решения для тепловых компаний

Конечно, создание разветвленной автоматической системы диспетчеризации — задача непростая, требующая определенных затрат и времени. Нужно отметить, что сегодня существуют оригинальные и экономичные решения, позволяющие оптимизировать процесс ручного сбора данных и значительно снизить влияние человеческого фактора.

Так, сбор данных по радиоканалу может быть организован и с меньшими затратами, без построения сети. Например, с помощью ручного терминала Multiterm WorkAbout, являющегося частью радиосистемы, разработанной компанией Kamstrup. Терминал позволяет в автоматическом режиме опросить до нескольких тысяч приборов учета. Один инспектор, заменяющий десятки контролеров, может просто объезжать нужный район на автомобиле — прекрасное решение для тепловой компании. Теплосчетчики в этом случае снабжаются радиомодулем, обеспечивающим возможность дистанционного опроса. Связь происходит на нелегализуемой частоте около 4,3 МГц, той же самой, что используется в системах автомобильной сигнализации. Сигналы малой мощности, которыми терминал обменивается с теплосчетчиком, не представляют опасности для человека и окружающей среды. Причем контакт может осуществляться на расстоянии до 500 м.



Фото компании Kamstrup

## Город энергоэффективного мышления

«Хочешь сделать что-то хорошо (и быстро) — сделай это сам!» — мораль этой поговорки подтверждается практически на каждом шагу. Но большинство россиян по-прежнему ждут перемен извне, давно уже без особой надежды. К счастью, в сфере ЖКХ у граждан есть реальные возможности повлиять на ситуацию уже сегодня, не дожидаясь благ, спущенных сверху. Так, в городе Зубцове Тверской области жители взяли инициативу в свои руки и начали устанавливать теплосчетчики на собственные средства, когда поняли, что только так смогут начать экономить на оплате отопления. Причем происходит это здесь при активном содействии городской администрации, что опровергает сложившийся стереотип о повсеместном противодействии власти любым начинаниям граждан. С вопросами об этом важном для энергосбережения начинании мы обратились к главе города Зубцова Руслану ВАСИЛЬЕВУ.

■ ■ ■ Руслан Петрович, расскажите, с чего все начиналось? Что побудило жителей Зубцова и городскую администрацию начать активные действия по внедрению учета тепловой энергии?

**Р.П.:** Традиционно в нашем городе, как и по стране в целом, оплата за теплоснабжение всегда производилась по фиксированному тарифу, в пересчете на площадь жилья. Причем тариф этот сегодня достаточно высок — 21 рубль 64 копеек за квадратный метр площади. Поэтому средняя семья в Зубцове платит за отопление не меньше 1500–2000 рублей в месяц. Согласитесь, сумма немаленькая. И это при том, что зимы в последние годы трудно назвать суровыми.

Тепловая энергия — это товар. Люди хотят потреблять столько тепла, сколько им нужно, и оплачивать то его количество, которое они израсходовали на самом деле. Это и есть путь экономии, на которую сегодня направлена полити-

ка государства. Вместо этого жителям приходится оплачивать фактически навязанную услугу. Причем они видят, что состояние теплосетей часто далеко от идеального: из коллекторов парит, снег над теплотрассами всегда растоплен, часто происходят аварии с разливом горячей воды. Считать свои деньги сегодня умеют все, и никто не хочет оплачивать обогрев улиц.

Единственный способ решения проблемы — установка теплосчетчиков. В законе, регламентирующем реформу ЖКХ, прописано, что все дома должны быть оборудованы приборами учета. На это могут быть выделены бюджетные средства. Однако получение государственных дотаций требует времени, а люди решили начать экономить уже сейчас и самостоятельно приобретать приборы учета. Инициатива исходит от самих горожан, а мы, как городская администрация, обязаны защищать их интересы — это наша работа.

■ ■ ■ Какие технические решения, на ваш взгляд, необходимы для успешного внедрения приборного учета тепла в масштабах города?

**Р.П.:** Сегодня необходимы качественные и современные решения. Отрицательный опыт у нас уже есть, и мы хотели бы избежать его повторения. Первый, экспериментальный для нашего города, узел учета, смонтированный теплоснабжающей организацией в доме №37 по улице Победы, был оборудован отечественным теплосчетчиком, питающимся от электросети. В январе вокруг этого узла учета разгорелся конфликт. У обслуживающей организации не было квалифицированного специалиста, и прибор случайно отключили от сети. В результате показания в течение месяца вообще не снимались. Платить по фиксирован-



www.worldwallpaper.com

ному тарифу жильцы отказались, дело чуть не дошло до суда. Урегулирование конфликта потребовало значительных усилий от городской администрации.

Тогда мы стали искать приборы с автономным питанием и не требующие регулярного технического обслуживания. Кроме того, мы хотим иметь такое оборудование, которое будет работать долго, чтобы, по крайней мере, в течение нескольких лет не возникало необходимости в его замене. Какой смысл делать так, чтобы через год переделывать снова? Люди хотят понимать, что они получают за свои деньги. Один из подрядчиков, компания «Протос», смог предложить устраивающий нас вариант — приборы учета датского производителя Kamstrup с автономным питанием. Мы получили положительные отзывы об ультразвуковом теплосчетчике Multical, свидетельствующие, что он служит не меньше 10–15 лет. Безусловно, вопрос стоимости играет далеко не последнюю роль. К сожалению, в результате финансовых потрясений последнего года цена датских приборов в рублях значительно возросла. Возможно, люди предпочли бы более дешевый вариант, но проблема состоит в том, что мы не получаем равнозначных по качеству предложений по приборам отечественного производства. К тому же «Протос», являясь представителем производителя в Тверской области, берет на себя обязательства по обслуживанию оборудования, что тоже немаловажно.

Тем не менее настаивать мы не вправе, мы можем лишь рекомендовать жителям приобретать качественное оборудование. Последнее слово всегда за жильцами каждого конкретного дома. Однако, как показывает практика, чаще всего люди выбирают качество.

■ ■ ■ Мы слышали о том, что администрация города оказывает жителям поддержку в установке теплосчетчиков. Как это происходит на практике?

**Р.П.:** Да, мы оказываем помощь, в том числе и материальную. К сожалению, возможности городского бюджета ограничены: профинансировать установку теплосчетчиков мы не можем,

это горожане делают на свои средства. Но в чем-то помочь можем. Монтаж узла учета, как правило, требует некоторого ремонта системы теплоснабжения в домах: замены запорной арматуры, ремонта трубопроводов и прочее. Жители собирают деньги на теплосчетчик, а на ремонт средств часто не хватает, и мы выделяем их из городского бюджета как безвозмездную дотацию.

Кроме того, мы оказываем организационную и юридическую помощь в сборе необходимых документов, подписании договоров на установку и обслуживание приборов учета и так далее. Берем на себя решение всех спорных вопросов с теплоснабжающей организацией.

Также мы создали при мэрии координирующий информационный центр: собираем всю информацию по установке и эксплуатации приборов учета, аккумулируем накопленный опыт и делаем его доступным для всех горожан.

■ ■ ■ С какими трудностями вам приходится сталкиваться в ходе реализации планов по внедрению приборного учета тепла? Существует ли противодействие этому процессу?

**Р.П.:** Сейчас мы еще в самом начале пути, однако все перипетии перехода на приборный учет уже изучили. Со стороны горожан противодействия нет, ведь инициатива исходит именно от них. Здесь у нас полное взаимопонимание.



Фото компании Kamstrup.



www.forum.c-o-k.ru

А вот с теплоснабжающей организацией у жильцов возникают конфликты. К примеру, жители 36-го дома не смогли договориться с теплосетью об отключении отопления в день монтажа. Поэтому специалистам пришлось приезжать еще раз. Естественно, дополнительные расходы легли на плечи потребителей. Такие случаи затрудняют процесс перехода на приборный учет.

Чтобы добиться большей согласованности в действиях, монтажная организация решает многие вопросы с тепловой компанией напрямую. Как показывает практика, это эффективней. Ведь для «Тверьэнергогаз» установка теплосчетчиков в конечном итоге тоже выгодна. Она позволит им модернизировать городскую теплосеть Зубцова (в частности, создать сеть диспетчеризации) и повысить эффективность своей работы. Я очень надеюсь, что со временем мы с ними придем к общему знаменателю.

Кроме того, мы рассчитываем на государственную поддержку в рамках федеральной программы реформирования ЖКХ. Этот вопрос находится в ведении департамента коммунального хозяйства Тверской области. У нас уже запросили данные о количестве домов и планах по капитальному ремонту. Теперь ожидаем решения. Жителям на примере успешного опыта их соседей объясняем, что они смогут добиться большей экономии, если сами установят приборы учета уже сейчас, не дожидаясь госдотации. А деньги, выделенные государством, можно будет потратить на утепление домов, балансировку систем тепло-

снабжения и другие мероприятия, которые обеспечат еще большую экономию.

#### ■ ■ ■ Можно ли уже сегодня говорить о конкретных результатах?

**Р.П.:** Да, у меня есть данные по жилому дому №4 по улице Победы, где был введен в строй и сейчас успешно эксплуатируется узел учета тепла на базе оборудования Kamstrup. После перехода к расчетам по показаниям теплосчетчика сумма счетов за отопление в этом доме снизилась вдвое. Поэтому люди смогут вернуть деньги, затраченные на установку прибора учета, к маю. В следующем сезоне у них пойдет чистая экономия.

#### ■ ■ ■ Каковы ваши планы на ближайшее будущее?

**Р.П.:** Сейчас будем производить установку теплосчетчиков еще в нескольких домах, жители которых приняли решение о немедленном переходе на приборный учет. К следующему отопительному сезону планируем охватить целый микрорайон, это около двадцати домов. Конечно, нам бы хотелось, чтобы теплосчетчики были установлены во всех многоэтажках. Поэтому мы очень рассчитываем на федеральную поддержку.

#### ■ ■ ■ Планируете ли вы еще какие-либо энергосберегающие мероприятия?

**Р.П.:** Безусловно. Мы вступили в программу капитального ремонта, будем утеплять дома, ремонтировать отопительные системы, менять оборудование, устанавливать в квартирах радиаторные терморегуляторы, регуляторы расхода

на дома и прочее. Но для этого необходимо сделать первый шаг — перейти к приборному учету тепла. Иначе как мы сможем оценить эффективность последующих действий?

Кроме того, повсеместная установка домовых теплосчетчиков должна побудить теплоснабжающую организацию провести ремонт и теплоизоляцию магистральных трубопроводов, установить более качественное распределительное оборудование и запорную арматуру.

#### ■ ■ ■ Что может дать городу приборный учет, помимо экономии личных средств граждан на оплате коммунальных услуг?

**Р.П.:** Как я уже говорил, это необходимое условие для реализации комплекса энергосберегающих мероприятий и эффективной реализации программы капитального ремонта. Кроме того, переход на приборный учет избавит городскую администрацию от необходимости согласования и утверждения тарифов. Это не такой простой вопрос, как может показаться на первый взгляд. Сейчас приходится следить, где было отопление, а где не работало, где произошли аварии или перебои. Это многочисленные разбирательства, иногда даже судебные, одним словом — очень кропотливая работа, которая отнимает уйму времени. Установка приборов позволит нам избавиться от всего этого и переключить свое внимание на другие проблемы, которые также требуют решения.

Очевидно, что сегодня в городе Зубцове существуют условия, необходимые для успешного завершения начатых преобразований: инициатива жителей при активной поддержке городских властей. Реформа может быть успешной только в том случае, когда муниципальные органы не насаждают ее, а планируют исходя из реальных потребностей горожан. Именно такой подход позволяет надеяться, что приоритетные задачи, стоящие сегодня перед российской экономикой, в частности, модернизация ЖКХ и выход на европейские показатели энергоэффективности, действительно могут быть реализованы на практике. □

# Логика выбора кондиционера

Проблема выбора настенной сплит-системы, идеально устраивающей потребителя с точки зрения параметров «цена/качество», осложнена огромным количеством представленных на рынке моделей с широким диапазоном технических характеристик и функций. Тем не менее, сравнительный анализ потребительской ценности этих параметров может сделать выбор более обоснованным.

**Н**еобходимость индивидуального контроля температуры в помещении сегодня очевидна даже для людей, далеких от климатической техники. Широко известно, что от комфортности параметров воздуха в помещении (в первую очередь, температуры и относительной влажности) зависит самочувствие человека и эффективность его деятельности. Например, при отклонении температуры воздуха от комфортного значения всего на несколько градусов падение производительности труда может составлять десятки процентов.

В российской практике наиболее универсальным и распространенным способом регулирования температуры в помещении является установка бытовой настенной сплит-системы. Подобное оборудование может использоваться в помещениях самого разного назначения и отличается простотой эксплуатации. Кроме того, многие современные сплит-системы хорошо вписываются в интерьер, а некоторые модели способны его даже украсить. Основная задача, которая стоит перед заказчиком сплит-системы — рациональный выбор модели, которая сможет обеспечить максимально комфортные условия в помещении при оптимальных затратах, в т.ч. эксплуатационных. Сегодня на российском рынке представлено несколько десятков производителей сплит-систем, часть которых широко присутствуют в различных сегментах бытовой техники (Panasonic, LG, Samsung), а остальные производят и поставляют в Россию только оборудование для кондиционирования воздуха (Daikin, Fujitsu, McQuay). Несмотря на единый принцип работы модели различных производителей могут существенно различаться по техническим параметрам и функциональной насыщенности, а также по стоимости.

Для того, чтобы сделать разумный выбор той или иной системы, необходимо определить, по каким критериям будет проводиться сравнение. Очевидно, что сравнивать можно только срав-



фото компании-производителя

нимые вещи, поэтому будет разумно всех производителей систем бытового кондиционирования разделить на несколько групп по принципу их технической и функциональной оснащённости, стоимости оборудования, а также привлекательности марки для покупателя (имиджа марки). В данном материале мы рассмотрим оборудование производителей, которое можно условно отнести к Hi-End сегменту — классу оборудования, которому присущи передовые технические параметры, высокая функциональность и потребительские качества техники, а также сложившаяся премиальная репутация торговой марки. Ядро этого сегмента составляют сплит-системы следующих производителей: Daikin, MHI (Mitsubishi Heavy Industries), Mitsubishi Electric, Fujitsu и Panasonic.

В результате опросов был выявлен ряд значимых для конечного покупателя параметров оборудования данного сегмента, по которым можно провести сравнительный анализ потребительской ценности той или иной модели.

Приведем эти параметры в порядке убывания значимости:

- ❑ низкий уровень шума внутреннего блока;
- ❑ эффективное воздушораспределение (минимальная подвижность воздуха в зоне нахождения людей, отсутствие «скозняков»);
- ❑ высокая производительность вентилятора внутреннего блока (скорость достижения комфортных условий);
- ❑ энергоэффективность (для снижения электропотребления);
- ❑ наличие дополнительных функций (подача свежего воздуха, дополнительная фильтрация, сенсор движения и т.д.);
- ❑ малые габариты и вес внутреннего блока;
- ❑ рабочий диапазон температур наружного воздуха при работе кондиционера в режиме нагрева (возможность бытового использования кондиционера для обогрева в межсезонье или зимой);

□ широкий диапазон регулирования холодопроизводительности инверторных кондиционеров (параметр характеризует энергоэффективность при частичной нагрузке).

Стоит отдельно отметить, что не все дополнительные функции сплит-систем имеют равнозначную ценность для покупателя. Например, просушка теплообменника внутреннего блока (сплит-системы Fujitsu, MHI, Daikin) сводит к минимуму риск развития во внутреннем блоке плесневых грибков и возникновения неприятных запахов, и является действительно полезной функцией. Напротив, возможность подачи свежего воздуха в помещение (Daikin), хотя и увеличивает стоимость оборудования, но не имеет реальной ценности. Даже максимальное количество подаваемого этими системами приточного воздуха не удовлетворяет не только комфортным показателям, но и санитарным нормам.

С учетом технических параметров, а также стоимости отдельных моделей ассортиментный ряд различных производителей в сегменте Hi-End можно, в свою очередь, разбить на несколько групп:

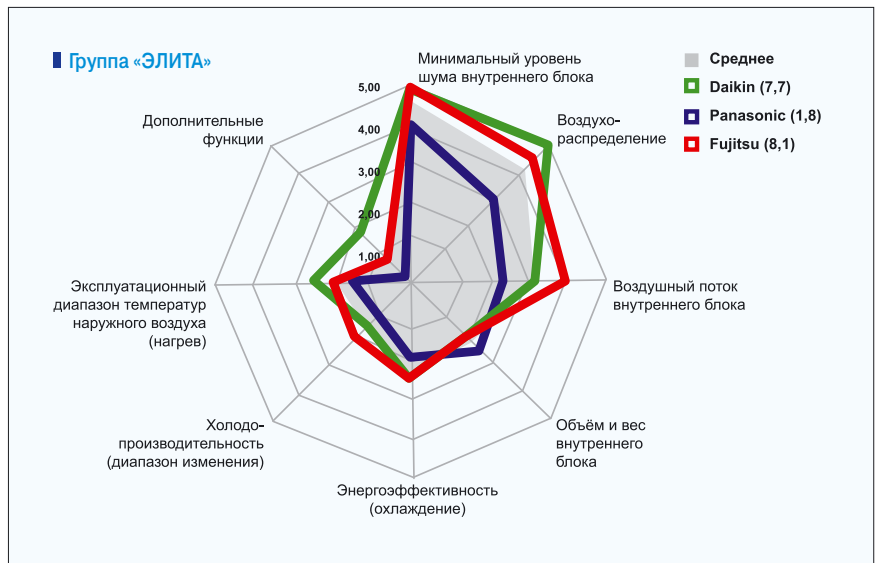
□ «элита» — инверторные модели, работающие на хладагенте R410A — флагманские модели производителя, оснащенные наибольшим количеством функций и обладающие отличными техническими характеристиками;

□ «премиум» — инверторные модели, работающие на хладагенте R410A — современное высококачественное оборудование с отличными характеристиками и расширенной функциональностью;

□ «стандарт» — инверторные модели, которые работают на хладагенте R410A, обладают отличными характеристиками и минимальным набором дополнительных функций;

□ «классика» — неинверторные модели, работающие на хладагенте R22 или R410A — обладают высоким качеством, но по характеристикам и функциональности уступают предыдущим классам.

Для сравнения потребительской ценности моделей в пределах группы проводилась оценка заявленных производителями пара-



метров оборудования с учетом весовых коэффициентов, отражающих относительную значимость параметра.

«Элита»

Оборудование этого класса (рис. 1) присутствует в ассортиментных линиях Daikin (FTXR), Fujitsu (AWYZ) и Panasonic (CS-TE). По совокупности технических параметров в группе лидирует Fujitsu (наилучшие шумовые показатели, производительность вентилятора внутреннего блока, энергоэффективность, диапазон изменения холодопроизводительности), за ним с небольшим отрывом следует Daikin (эффективное воздухораспределение, широкий эксплуатационный диапазон температур наружного воздуха в режиме нагрева, большое количество дополнительных функций); Panasonic оценивается значительно ниже. Так как розничная стои-

мость моделей Daikin выше стоимости моделей Fujitsu на 30–40%, то с точки зрения затрат оптимальным вариантом будет использование сплит-систем Fujitsu.

«Премиум»

Группа включает различные серии Mitsubishi Electric, MHI, Fujitsu, Daikin и Panasonic (рис. 2). По совокупности технических параметров лидирует оборудование Mitsubishi Electric (отличные шумовые характеристики, воздухораспределение, производительность вентилятора, энергоэффективность и диапазон температур наружного воздуха в режиме нагрева), за ним стоят модели MHI, далее следует Fujitsu, Panasonic и Daikin. С учетом существующих розничных цен наиболее оптимальными по затратам вариантами в группе являются модели Fujitsu, Mitsubishi Electric и MHI.





**«Стандарт»**

Группа включает модели Mitsubishi Electric, MHI, Fujitsu, Daikin и Panasonic (рис. 3). Наилучшим сочетанием параметров обладают модели MHI (низкий уровень шума, отличные воздухораспределение, производительность вентилятора, габариты и диапазон изменения холодопроизводительности), за ними — оборудование Fujitsu (по большинству параметров близкое к MHI), Mitsubishi Electric, Panasonic и Daikin. По соотношению затраты/технический уровень лидируют модели MHI, Fujitsu и Panasonic.

**«Классика»**

В группу входят модели Mitsubishi Electric, Panasonic, MHI, Daikin и Fujitsu. По техническим параметрам в группе лидируют модели Mitsubishi Electric, за ними следуют азиатские модели Panasonic, MHI, Daikin, Fujitsu и китай-

ские модели Panasonic. По соотношению затрат и технического уровня лидирующими являются модели MHI, Fujitsu и Mitsubishi Electric.

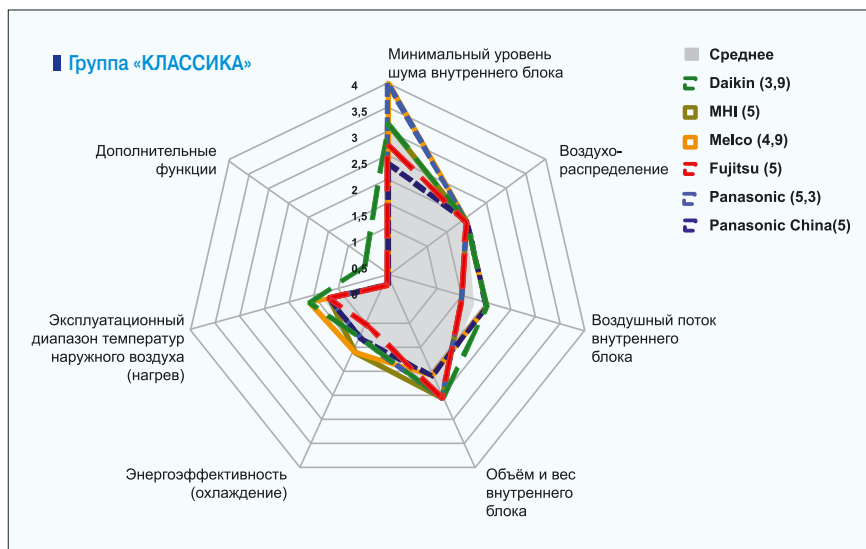
Отметим, что весной этого года в модельном ряду Panasonic появился ряд новинок, характеристики которых не вошли в данный обзор. Так, в инверторных сплит-системах серии «Стандарт» появился новый фильтр Super allerubuster (срок службы 10 лет), новый режим обдува Soft Breeze, новый противогрибковый фильтр с удобной установкой в один прием. Так же в этой линейке появилась новая модель CS-PA24JKD, которая является продолжением модельного ряда, начатого в 2008 г. с модели CS-PA18JKD и которую отличает увеличенная до 7 кВт мощность. В серии кондиционеров модельного ряда «Элита» изменений не так много, в основном они коснулись внешнего вида приборов.



www.worldpaper.com

**Подведем итог.** На российском рынке сегодня представлено огромное количество моделей настенных сплит-систем различных производителей. Тем не менее, при выборе системы кондиционирования можно руководствоваться не только эмоциональными, но и объективными критериями. Выделив и оценив наиболее значимые технические параметры оборудования и сопоставив их со стоимостью, можно найти количественное выражение пресловутого соотношения «цена/качество».

Приведенные в материале данные показывают что в высшем сегменте настенных сплит-систем наиболее оптимальными с точки зрения затрат являются модели Fujitsu, Mitsubishi Electric, MHI и Panasonic; в элитной подгруппе сегмента с существенным отрывом лидируют модели Fujitsu. □





# Фреоновые системы кондиционирования жилья повышенной комфортности

В России сегодня строится немало жилых зданий с комфортабельными квартирами, которые не оснащены системами кондиционирования воздуха. Перед заселением будущие жильцы таких домов нередко принимают за создание индивидуальных систем кондиционирования воздуха. Какие требования стоит предъявить к системе кондиционирования вашей квартиры в первую очередь и как эти требования удовлетворить?

Автор В. БАЛАШОВ

## Необходимое качество воздухоподготовки

Система кондиционирования должна быстро создавать и поддерживать без существенных изменений наиболее благоприятное для человеческого организма соотношение температуры, влажности, скорости движения воздуха, а также содержание в нем пыли и микроорганизмов. В теплый период года оптимальными параметрами воздуха в помещении считаются температура 22–24 °С, относительная влажность 30–60%, подвижность воздушной массы не более 0,25 м/с. В зимний период эти показатели равны соответственно: 20–22 °С, 30–45% и 0,1–0,15 м/с. Кроме того, в помещениях должна быть организована приточно-вытяжная вентиляция в соответствии с требованиями действующих в настоящее время строительных норм и правил, особенно там, где установлены герметичные стеклопакеты.

В противном случае во всех комнатах квартиры будет слишком душно и может появиться грибок. Объем подачи свежего воздуха обычно составляет от 20 до 60–80 м<sup>3</sup> на одного человека в час — в зависимости от типа помещения.

Только в таких условиях организм человека сможет длительное время находиться в нормальном состоянии — без напряжений терморегуляции.

## Общие требования к оборудованию

Основные параметры микроклимата в каждом помещении или максимум в группе из двух-трех кондиционируемых комнат должны регулироваться индивидуально, с учетом требований их обитателей, т.к. разные комнаты современного жилья имеют разнохарактерные тепловые нагрузки, которые могут изменяться не только в процессе смены времен года, но и в течение суток. Например, летом кухня, гостиная, столовая, кабинет обычно требуют охлаждения в дневное время, тогда как спальни — ночью. В каждом конкретном

помещении проще всего управлять системой кондиционирования с помощью дистанционного пульта.

Если система отопления дома, в котором вы живете, подключена к центральной сети теплоснабжения, оборудование для кондиционирования воздуха должно работать и в режиме отопления помещений. В противном случае в переходный период — весной и особенно осенью, когда отопление еще не включено, вы можете испытывать определенный дискомфорт, связанный с понижением температуры воздуха в помещениях ниже нормы.

Чрезвычайно важно, чтобы в кондиционируемых помещениях не было шума, который оказывает вредное воздействие на организм человека, особенно на его нервную систему. Главными источниками шума являются неправильно спроектированные лопатки перемещающих воздух вентиляторов, контактирующие с воздушным потоком поверхности звукоизолированных воздуховодов и другие элементы систем кондиционирования воздуха.

Чрезвычайно важно, чтобы внешний вид оборудования системы кондиционирования гармонировал с интерьерами и экстерьером здания. В любом случае, владелец квартиры не должен замечать наличия системы в обслуживаемых помещениях.

## Необходимое оборудование

Система кондиционирования воздуха, способная обеспечить заявленные выше требования, включает в себя оборудование для подготовки воздуха (кондиционер, работающий на охлаждение, подогрев, фильтрацию или осушение) и приточную установку для подачи в квартиру санитарной нормы свежего воздуха. Если все оборудование объединяется в комплекс (комплексная система), то поступающий с улицы свежий воздух и уже побывавший в квартире рециркуляционный воздух будут предварительно смешиваться,

доводиться до определенных кондиций и подаваться во все обслуживаемые помещения по сети воздуховодов.

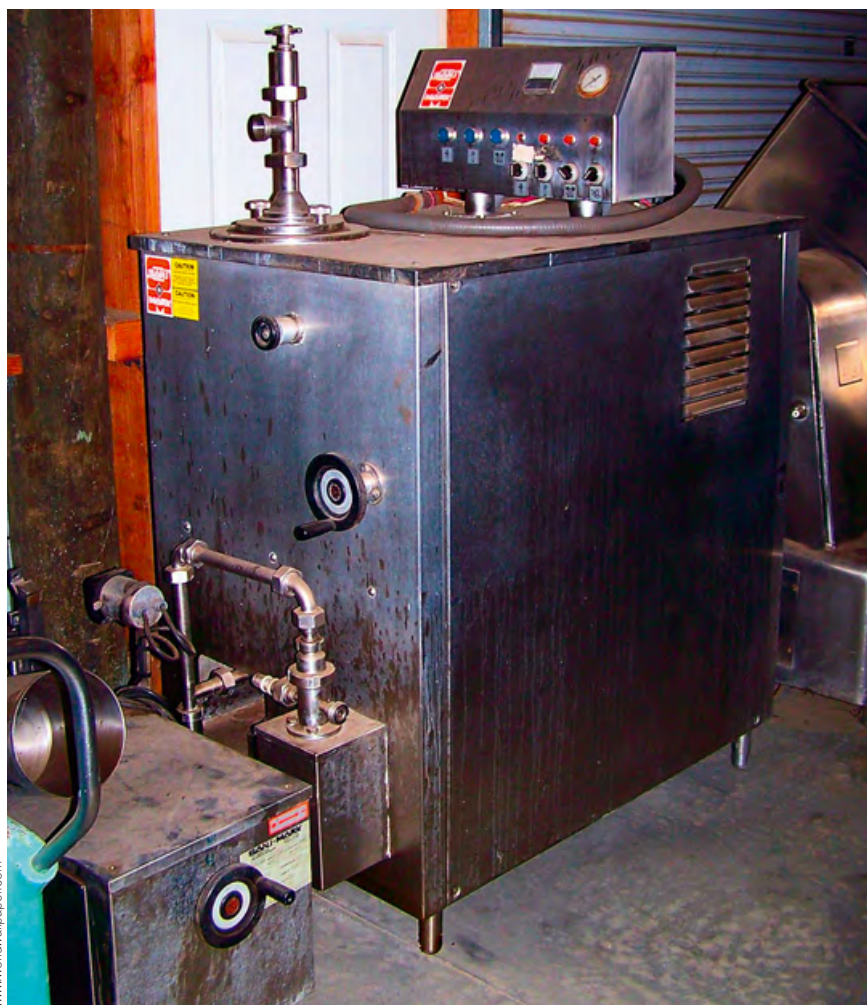
В случае, когда подготовкой рециркуляционного и подачей в помещения санитарной нормы свежего воздуха занимаются независимые установки (система с разделенным оборудованием), свежий подготовленный воздух может подаваться в помещения как по подключенным к кондиционерам, так и по независимым ветвям вентиляционных каналов.

Специального оборудования для отвода избытков воздуха за пределы квартиры, как правило, не требуется. Достаточно естественной вытяжки в санузлах и на кухне.

Если в квартире предполагается одновременно кондиционировать два-три помещения с однохарактерными тепловыми нагрузками, в качестве кондиционера для подготовки воздуха подойдет сплит-система с одним внутренним блоком канального типа с набором аксессуаров (электрокалорифером, предназначенным для подогрева воздуха зимой, смесительной камерой и т.д.), на базе которого строится комплексная система кондиционирования.

Забор воздуха в систему осуществляет вентилятором, встроенным во внутренний блок сплит-системы. Во внутреннем блоке воздух фильтруется, обрабатывается в зависимости от заданного режима (охлаждается, осушается, либо подогревается) и далее тем же вентилятором по системе воздуховодов раздается по нескольким помещениям. Эталонным с точки зрения качества воздухоподготовки выбирается одно из обслуживаемых помещений, в другие воздух подается при тех же кондициях и в количестве, позволяющем поддерживать температуру, близкую заданной.

Мультисплит-системы или системы типа VRV с внутренними блоками канального типа в стандартной комплектации могут кондиционировать воздух соответственно максимум



www.worldwallpaper.com

в 4 или в 16 помещениях каждая. При этом температура воздуха будет поддерживаться с высокой точностью, т.к. каждая комната обслуживается собственным каналным внутренним блоком. В принципе, оборудование этого класса позволяет использовать один внутренний блок на два или три помещения, однако точность поддержания температуры воздуха и других основных параметров микроклимата в кондиционируемых зонах в этом случае существенно уменьшится.

Совместно с мультисплит-системами или системами типа VRV используются независимые приточные установки, по одной — на квартиру. Они оснащаются собственным вентилятором, электрокалорифером, регулятором расхода воздуха (шибером) и управляющей этим оборудованием системой автоматики, а также фильтром и шумоглушителем. Если поток подготовленного свежего воздуха будет поступать в помещения минуя внутренние блоки мультисплит-системы или системы VRV, его минимальная температура по желанию жильца может быть установлена в пределах 16–22 °С.

В противном случае (воздух подается на внутренние блоки кондиционеров), темпе-

ратура потока будет установлена исходя из технологических возможностей оборудования системы кондиционирования. Регулятор расхода воздуха необходим для обеспечения работоспособности приточной установки в сильные морозы, когда калорифер уже не способен подогревать до требуемой температуры большие объемы свежего воздуха и требуется уменьшить его расход.

В принципе, возможности приточной установки могут быть существенно расширены. К примеру, к ней может быть подключен газоанализатор, который будет обеспечивать прекращение подачи в помещения приточного воздуха при увеличении содержания в нем диоксида углерода (компонента выхлопных газов) или других вредных веществ. Помимо воздушного фильтра, приточная установка (впрочем, как и внутренние блоки сплит-систем, мультисплит-систем или систем типа VRV) может быть оборудована электронным и угольным фильтром. Можно подключить оборудование для ионизации и увлажнения воздуха и другие технические навороты. Правда, такое усовершенствование всерьез отразится на цене системы кондиционирования.

### Особенности монтажа кондиционеров

Начнем с монтажа наружных блоков оборудования для подготовки воздуха. Сплит-системы, мультисплиты и системы VRV в стандартной комплектации имеют всего один наружный блок, включающий все необходимое для функционирования внутренних блоков машинное оборудование, который по возможности надо устанавливать на крыше вашего дома. В этом случае блок будет установлен абсолютно незаметно и к нему будет обеспечен свободный доступ при проведении пусконаладочных и эксплуатационных работ. Монтаж наружного блока на фасаде здания является наименее предпочтительным, т.к. препятствует отправлению акта технического обслуживания кондиционера и портит внешний вид здания. Единственное, что можно сделать в этом случае для спасения архитектурного облика дома, так это покрасить наружный блок в цвет ограждающих конструкций.

Можно попробовать установить наружный блок на чердаке или в подвальном помещении, однако это приведет к удорожанию проекта. Поскольку наружный блок «сбрасывает» в окружающую среду большое количество тепла, при установке его в замкнутом помещении должно быть обеспечено хорошее проветривание, а в некоторых случаях даже организация для этих целей приточно-вытяжной вентиляции.

Наконец, если технические возможности системы (в первую очередь допустимая длина фреоновых сплит- и мультисплит-систем) не позволяют установить наружный блок на крыше, в подвале или на чердаке, а эксплуатационные службы здания не разрешают устанавливать его на фасаде, единственным местом для установки наружного блока становится лоджия или балкон. При этом использовать балкон или лоджию по их прямому назначению, а тем более застеклить их, будет крайне непросто. Потребуется установить наружный блок на полу, в одну линию с ограничительными перилами или ограничительной плитой, обеспечив циркуляцию через него достаточного количества уличного воздуха.

Когда наружный блок установлен на достаточном удалении от квартиры (на крыше, в подвале или на чердаке), монтажникам приходится изыскивать место для прокладки фреоновых и электрических коммуникаций к установленным в квартире внутренним блокам. Самым бездарным техническим решением, реализации которого надо всемерно препятствовать, является прокладка коммуникаций по наружной стене дома в специальном пластиковом коробе. Опти-

мально избрать для этих целей шахту лифта или другие незаметные и безопасные места прокладки инженерных коммуникаций.

Лучшим местом для установки внутренних блоков системы кондиционирования является пространство над фальшпотолком в прихожей. Подойдет также кладовка, гардеробная комната или другое нежилое помещение. Важно только, чтобы к смонтированному оборудованию можно было бы без труда подобраться и после ремонта квартиры, т.к. в противном случае при проведении технического обслуживания или ремонта кондиционера подвесной потолок придется ломать. А вот устанавливать внутренние блоки в жилых помещениях, особенно в спальнях, не рекомендуется.

Во внутреннем блоке, работающем в режиме охлаждения, скапливается значительное количество конденсата, который надо куда-то девать. Хорошо, если для отвода воды строителями здания был предусмотрен специальный канал достаточно большого диаметра, тогда проблема отпадет сама собой. Если же такого канала нет, монтажникам придется исхитряться и изыскивать место для организации слива конденсата. Ни в коем случае не следует допускать, чтобы трубопровод отвода конденсата подключался к ливневой канализации. Если пренебречь этим правилом, во время хорошего дождя в вашей квартире в полном соответствии с законом Паскаля случится потоп. Никак не подходит для сбора отнятой у воздуха влаги емкости ограниченных размеров — типа ведра или трехлитровой банки.

### Приточная установка

Также как и внутренние блоки кондиционеров, приточную установку следует разместить над фальшпотолком в нежилом помещении. Лучше всего, если приточка будет равноудалена от всех кондиционируемых комнат. Если места для размещения приточной установки катастрофически не хватает, ее можно вынести за пределы квартиры и закрепить прямо на фасаде здания, предварительно закрыв в корпус, окрашенный под цвет наружных стен, или смонтировать на лестничной площадке за фальшперегородкой или фальшпотолком. Однако эти варианты имеют массу недостатков и в часто физически нереализуемы.

### Особенности выбора и монтажа системы воздухопроводов

При монтаже воздухопроводов между архитектором, отвечающим за создание дизайна жилища, и подрядной организацией, устанавливающей систему кондиционирования воздуха, нередко возникают неразрешимые про-

тиворечия. Дизайнер в категоричной форме требует максимального уменьшения пространства над подвесным потолком или полного отказа от его использования, применения не вполне подходящих трасс прокладки воздухопроводов, монтажа специальных, изготовленных на заказ воздухораспределительных решеток и т.п. Погоня за эффективностью внутреннего убранства нередко приводит к ухудшению технических характеристик системы и повышенному шуму в помещениях. Поэтому следует следить за тем, чтобы форма вашего жилища не подменяла собой его содержания.

С целью полного исключения шума в кондиционируемых помещениях вся система распределения воздуха должна строиться на базе звукоизолированных воздухопроводов.

Экономить при этом не стоит, т.к. в противном случае ночью вам каждый раз придется делать непростой выбор между тем, чтобы в приятной прохладе слушать раздражающий звук перемещающихся по воздухопроводам воздушных масс и ворочаться с боку на бок, или спать, пусть даже и в духоте. Для точной настройки системы перед сдачей в эксплуатацию или после изменения планировки жилья, изменения функционального назначения помещений и т.п. в системе воздухопроводов должен быть установленны устройства, с помощью которых можно отрегулировать расход подаваемого и обратного воздуха.

В помещениях без фальшпотолков устья воздухопроводов приточного и обратного воздуха обычно располагаются на стенах — их замыкают настенные решетки. Иногда обратные воздухопроводы не используются — рециркуляционный воздух движется к воздухозабору кондиционера, расположенному в прихожей, через переточные решетки, установленные над дверями жилых комнат и кондиционируемых хозяйственных помещений. При наличии подвесного потолка устья воздухопроводов можно расположить в любой части потолка кондиционируемого помещения и замкнуть диффузорами.

Следует применять только стандартные воздухораспределительные решетки и диффузоры, несмотря на то, что в стандартном исполнении они не могут порадовать обилием цветовых решений. Как правило, решетки и диффузоры выпускаются белого цвета, цвета слоновой кости, или поступают в продажу сразу после анодирования. Для того чтобы решетка гармонировала с внутренним убранством помещения, ее можно покрасить. Делается это с помощью пульверизатора, после чего решетка сушится в специальной печи (наподобие той, что используется для сушки покрашенных автомобильных корпусов). Особенно внимательно следите

за тем, чтобы краской не были залиты подвижные элементы регулирования потока и не был изменен аэродинамический профиль решетки.

### Электрическая часть

При площади квартиры в 150 м и более оборудование системы кондиционирования потребляет минимум 9–10 кВт электрической мощности и подключается к трехфазной сети электропитания. Далеко не для всех квартир предусмотрены такие лимиты потребления электроэнергии, поэтому будьте готовы к обращению в Мосэнерго. В Москве, например, проще подключить электрооборудование большой мощности в районах, расположенных на некотором удалении от центра города. Если размеры электрораспределительного щита вашей квартиры достаточно большие, все оборудование, которое необходимо для подключения и обеспечения работоспособности системы кондиционирования, можно разместить там. В его состав входит, например, блок управления работой вентилятора, регулирования нагрева электрического калорифера и положения привода электрошибера приточной установки. Здесь же монтируют различные системы защиты, обслуживающие все электрифицированное оборудование системы кондиционирования.

### Вместо послесловия

В России сегодня работает множество компаний, предлагающих комплекс услуг по подбору, установке, пусконаладке и сервисному обслуживанию системы кондиционирования воздуха. Поэтому вы имеете шанс добиться существенной экономии, если сможете правильно построить ваше взаимодействие с этими коммерческими организациями.

Для этого вам потребуется четко изложить свои требования по созданию системы кондиционирования воздуха и передать их максимально возможному числу кондиционерных фирм, предложив им подготовить для вас достаточно подробные коммерческие предложения.

При изучении и оценке коммерческих предложений надо ориентироваться на опыт компании-исполнителя в создании систем кондиционирования для жилья повышенной комфортности, количество выполненных объектов, качественный уровень поставляемого оборудования и его цену, спектр гарантийных и послегарантийных услуг. Детальный анализ предложений позволит вам обосновывать свои требования к компании, которой будет поручено создание оптимальной по своей конфигурации системы кондиционирования воздуха, идеально подходящей именно для вашего жилья. □

# Эффективное воздухораспределение – здоровье персонала

Последнее десятилетие характеризуется значительным повышением уровня комфорта в офисных помещениях. Этому способствовало распространение на рынке отопительно-вентиляционного оборудования, автономных кондиционеров с наружным и внутренним блоками. Однако, практика применения таких систем показала некоторые негативные последствия.

**Авторы** Р.Н. ШУМИЛОВ, к.т.н., профессор; Ю.И. ТОЛСТОВА, к.т.н., доцент; Т.В. ХАРИТОНОВА (ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет — УПИ»)

Речь идет об увеличении простудных заболеваний, особенно в теплый период года. Это связано, в первую очередь, с тем, что в проектах отсутствуют расчеты параметров воздуха в зонах, обслуживаемых такими кондиционерами. Для помещений с большим скоплением людей и оборудования при проектировании производится детальный расчет систем воздухораспределения. В офисных помещениях струи охлажденного воздуха, подаваемого кондиционерами, быстро отрываются от потолка и достигают обслуживаемой зоны с температурой и скоростью воздуха, значительно отличающейся от нормативных значений.

Применительно к офисным помещениям при подаче охлажденного воздуха внутренними блоками автономными кондиционерами мы наблюдаем развитие неизотермической горизонтальной плоской ненастилающейся струи холодного воздуха, которая отклоняется от первоначального направления, не доходя до противоположной стены (рис. 1).

Для определения начальных параметров такой струи можно воспользоваться данными, приводимыми в каталогах кондиционеров данного типа, где указываются общие габариты блоков, производительность по воздуху  $L_0$  и холоду  $Q_{хол}$ . Размеры воздуховыпускного отверстия могут быть определены ориентировочно.

Пользуясь этими данными, можно найти начальную скорость  $V_0$ , м/с:

$$V_0 = \frac{L_0}{F_0},$$

и начальную избыточную температуру  $\Delta t_0$ , °C:

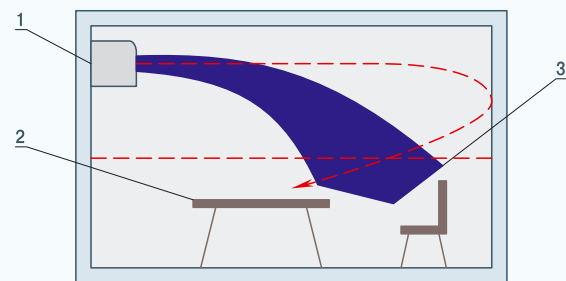
$$\Delta t_0 = \frac{Q_{хол}}{c\rho L_0},$$

где  $c$  — теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°C);  $\rho$  — плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

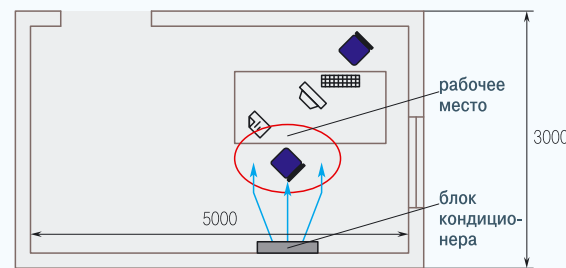
Остальные данные, необходимые для расчета: оптимальная температура внутреннего воздуха для теплого периода по [1]  $t_{вз} = 23-25$  °C; допустимая подвижность для общественных зданий  $V_{вз} = 0,3$  м/с. С учетом [2] допустимое отклонение температуры в зоне прямого действия струи  $\Delta t_{хдоп} = 1,5$  °C; допустимая скорость на входе в рабочую зону  $V_{хдоп} = kV_{вз} = 1,4 \times 0,3 = 0,42$  м/с.

## Пример расчета

Представляет практический интерес расчет параметров струи на входе в обслуживаемую зону (см. рис. 1). Для расчетов воспользуемся формулами, приведенными в [3, 4].



■ Рис. 1. Развитие струи охлажденного воздуха в офисном помещении



■ Рис. 2. Схема расположения внутреннего блока кондиционера и рабочего места

Рассмотрим пример расчета для офисного помещения размерами в плане 3 × 5 м и высотой 3 м (рис. 2).

В помещении офиса установлен кондиционер Panasonic Deluxe CS-A7DKD CU-A7DKD с характеристиками: холодопроизводительность  $Q_x = 2000$  Вт, расход воздуха во внутреннем блоке  $L = 474$  м<sup>3</sup>/ч.

Охлажденный воздух поступает через воздухораспределительное устройство кондиционера размером 0,7 × 0,07 м, точечная струя плоская с начальным размером  $B_0 = 0,07$  м и начальной площадью  $F_0 = 0,7 \times 0,07 = 0,049$  м<sup>2</sup>.

Воздух поступает в помещение под углом  $-45^\circ$  (при направлении пластин кондиционера вниз).

Скоростной коэффициент для воздухораспределительной решетки кондиционера  $m = 4,5$ ; температурный коэффициент для воздухораспределительной решетки кондиционера  $n = 3,2$  [3].

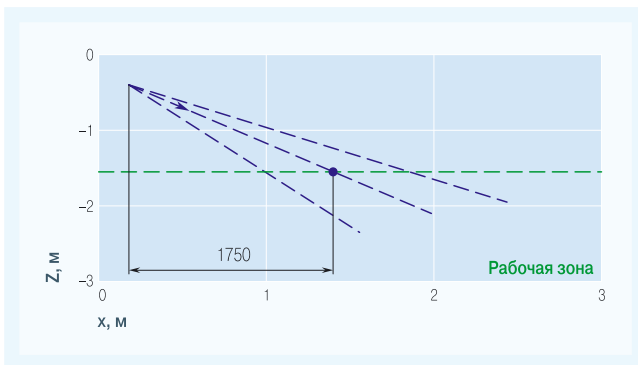


Рис. 3. Схема развития струи по результатам расчета

Координаты оси струи для различных значений x табл. 1

x, м	1,0	1,5	2,0
z, м	-1,026	-1,57	-2,15

Скорость истечения охлажденного воздуха из решетки:

$$V_0 = \frac{L}{3600F_0} = \frac{474}{3600 \times 0,7 \times 0,07} = 2,4 \text{ м/с.}$$

Начальная избыточная температура воздуха на выходе из решетки кондиционера, °С, определится по производительности по холоду и воздуху:

$$\Delta t_0 = \frac{3600Q_x}{c\rho L} = \frac{3600 \times (-2000)}{1000 \times 1,2 \times 474} = -12,65 \text{ °С.}$$

Условия развития и основные характеристики неизотермической струи определяются величиной числа Архимеда  $Ar$ . Значение числа Архимеда  $Ar_0$  по начальным условиям для плоской струи находится по формуле:

$$Ar_0 = \frac{gB_0\Delta t_0}{V^2 t_{окр}} = \frac{9,81 \times 0,07 \times (-12,65)}{2,6^2 \times (273 + 23)} = -0,0043,$$

где  $B_0$  — ширина струи, м;  $t_{окр} = 273 + t_{wz}$ , °С.

Уравнение траектории оси струи:

$$Z = x \operatorname{tg}(\alpha_0) + 0,7 x Ar_x,$$

где  $Ar_x$  — текущее число Архимеда, определяемое:

$$Ar_x = \frac{n Ar_0}{m^2 \left(\frac{x}{B_0}\right)^{1,5}}.$$

При подстановке полученного ранее значения  $Ar_0 = -0,0043$  получим:

$$Ar_x = \frac{3,2 \times (-0,0043)}{4,5^2 \left(\frac{x}{0,07}\right)^{1,5}} = -0,037 x^{1,5},$$

$$Z = x \operatorname{tg}(-45^\circ) + 0,7 x (-0,037) 1,5 = -x - 0,026 x 2,5.$$

Рассчитаем координаты оси струи для различных значений  $x$  (табл. 1). Полученные данные приведены на рис. 3. Длина оси струи по графику на рис. 3 от воздуховыпускной решетки кондиционера до входа в рабочую зону составляет  $x = 1,75$  м.

Теперь определим температуру воздуха и скорость на оси струи на входе в рабочую зону. Длина начального участка для плоской струи, м:  $x_{нач} = m^2 B_0 = 4,5^2 \times 0,07 = 1,4$ .

Так как  $x > x_{нач}$ , на входе в рабочую зону имеем основной участок струи (см. рис. 3).

Текущее число Архимеда  $Ar_x$  при  $x = 1,75$  м найдем по уравнению:

$$Ar_x = -0,037 \times 1,5 = -0,037 \times 1,75 \times 1,5 = -0,086.$$

Скорость воздуха, м/с, на оси струи на входе в обслуживаемую зону определим по формуле:

$$V_x = V_0 m K_{tv} K_{ст} K_{вз} \left(\frac{B_0}{x}\right)^{0,5},$$

где  $K_{tv}$  и  $K_{ст}, K_{вз}$  — коэффициенты неизотермичности, стеснения и взаимодействия соответственно.

При однонаправленном действии гравитационных и инерционных сил коэффициент неизотермичности  $K_{tv} = 1$ . Коэффициент стеснения  $K_{ст} = 1$ , т.к. условия стеснения отсутствуют. Коэффициент взаимодействия  $K_{вз} = 1$ , т.к. других струй нет.

С учетом полученных значений коэффициентов скорость воздуха, м/с, на оси струи на входе в обслуживаемую зону:

$$V_x = 2,7 \times 4,5 \left(\frac{0,07}{1,75}\right)^{0,5} = 2,43,$$

что значительно превышает допустимое значение  $V_{хдоп} = 0,42$  м/с, рассчитанное выше.

Избыточная температура воздуха на оси струи на входе в обслуживаемую зону, °С, находится по формуле:

$$\Delta t_x = \frac{\Delta t_0 n \left(\frac{B_0}{x}\right)^{0,5} K_{вз}}{K_{tt} K_{ст}},$$

где  $K_{tt}$  — коэффициент, учитывающий влияние неизотермичности на температуру воздуха.

Коэффициент  $K_{tt}$  определяется по формуле:

$$K_{tt} = (1 - Ar_x)^{0,5} = (1 + 0,086)^{0,5} = 1,042.$$

Тогда избыточная температура на оси приточной струи при входе в обслуживаемую зону равна:

$$\Delta t_x = \frac{(-12,65) \times 3,2 \left(\frac{0,07}{1,75}\right)^{0,5} \times 1}{1,042 \times 1} = -7,8 \text{ °С.}$$

а температура на оси струи при входе в обслуживаемую зону, соответственно, равна:

$$t_x = t_{wz} + \Delta t_x = 23 - 7,8 = 15,2 \text{ °С.}$$

Абсолютное значение  $|\Delta t_x| = 7,8 \text{ °С}$  превышает допустимое отклонение  $\Delta t_{доп} = 1,5 \text{ °С}$ , а температура на оси струи при входе в обслуживаемую зону значительно ниже рекомендуемого нормами значения.

На основании выполненных расчетов можно сделать вывод о том, что при расположении внутренних блоков кондиционеров вблизи рабочих мест обслуживаемой зоны основные параметры воздуха не соответствуют нормируемым значениям, что негативно сказывается на здоровье персонала. Перед монтажом блоков следует сделать необходимые расчеты и произвести корректировку размещения установки с учетом планировки помещений и расположения рабочих мест персонала. ■

- ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. — М.: Госстрой России, 1999.
- СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование Постановление Госстроя России — М.: ФГУП ЦНС, 2004.
- Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях — М.: Стройиздат, 1982.
- Шумилов Р.Н. Теоретические основы вентиляции. Аэродинамика: Учебное пособие — Екатеринбург: УГТУ, 1995.

# Кондиционеры TOSHIBA – хиты продаж

Выбирая кондиционер для стандартной (а тем более малогабаритной) квартиры, покупатель обращает наибольшее внимание не на «999-ступенчатый-супер-нано-фильтр-с-турборежимом», а на традиционные ценности: надежность, удобство в использовании, низкий уровень шума. Не менее важна, разумеется, и стоимость сплит-системы. Именно в соответствии с этими требованиями японская компания Toshiba спроектировала серию настенных сплитов SKHP и инверторные мультисплит-системы серии RAS-M...GAV-E.

## Экономичное и комфортное кондиционирование – Toshiba SKHP

Благодаря специально сконструированному корпусу самые популярные модели производительностью 2–2,5 кВт имеют габариты всего 250×740×179 мм и весят 8 кг. Часто компактность блока приводит к усилению шума при работе, однако к кондиционерам Toshiba серии SKHP это не относится. Более того, они имеют отдельную кнопку «Quiet», позволяющую снизить шум до практически неощутимых 22 дБ (для сравнения: порог чувствительности человеческого уха — 20 дБ).

Высокое качество сборки и комплектующих гарантируют, что вы почувствуете не сквозняки, а комфортную прохладу. Кондиционер серии SKHP позволяет точно регулировать направление воздушного потока: двенадцать положений вертикальных жалюзи, пять скоростей вентилятора внутреннего блока и режим «Авто».

Компания Toshiba разработала специальную конструкцию направляющих воздушного потока, обеспечивающую подачу воздуха строго в выбранном направлении.

Кондиционеры SKHP оснащаются эргономичным пультом ДУ с ЖК-дисплеем.

Новая функция «Мой комфорт» поддерживает оптимальную температуру, направление и скорость воздуха для текущих условий в помещении. Режим максимальной мощности охладит или обогреет помещение за минимальное время, а экономичный режим сэкономит до 25% электроэнергии.

Важное преимущество серии SKHP — функция самоочистки, препятствующая образованию неприятных запахов и плесени во внутреннем блоке.

И, наконец, в этих кондиционерах используется фирменная система фильтрации воздуха Toshiba «7 в 1» — от обыч-



■ Настенная сплит-система Toshiba SKHP

ного фильтра грубой очистки до высокоэффективных дезодорирующих и антибактериальных фильтров.

В суровом российском климате важным достоинством становится способность кондиционеров серии SKHP не только охлаждать помещение, но и обогревать его при наружной температуре до -10°C.

Кондиционеры серии SKHP собираются на тайландском заводе компании Toshiba. Это собственный завод корпорации Toshiba, поэтому стандарты и контроль качества ничем не отличаются от японских.

Более того, около 30% сплит-систем, выпущенных на тайском заводе, экспортируется в Японию. Стандартный компрессор и традиционный хладагент R22 позволяют Toshiba поддерживать стоимость кондиционеров высокого качества в среднем ценовом диапазоне.

## Удобство для дизайнера и пользователя — мультисплит-система Toshiba

С каждым годом в нашей стране ужесточаются правила размещения наружных блоков систем кондиционирования на фасадах жилых и административных зданий. Toshiba готова предложить удобное решение проблемы, когда требуется кондиционировать несколько помещений квартиры или офиса при помощи всего лишь одного наружного блока.

Инверторные мультисплит-системы Toshiba серии RAS-M...GAV-E позволяют подключить до четырех внутренних блоков к одному наружному и целиком кондиционировать квартиру с жилой площадью до 80 м².



■ Схема установки мультисплит-системы Toshiba в квартире

Весь спектр оборудования — на официальном сайте Toshiba [www.toshibaaircon.ru](http://www.toshibaaircon.ru)

Для оперативного обеспечения всей информацией о климатической технике Toshiba и удобного общения мы создали и непрерывно развиваем веб-сайт [www.toshibaaircon.ru](http://www.toshibaaircon.ru). Сайт российского представительства АНТ Toshiba-Carrier полезен и интересен как для конечного потребителя, так и для профессионалов климатической отрасли. На сайте собрана самая подробная информация о кондиционерах Toshiba — от настенных сплитов до мультizonальных VRF-систем Super MMS. С сайта можно скачать каталоги, инструкции и прочую документацию в формате PDF.

Для профессионалов климатической техники мы создали на сайте специаль-

В наружных блоках применяется инверторный двухроторный компрессор Toshiba и фирменный блок векторного управления инвертором. Общая длина фреоновой трассы мультисплит-системы Toshiba может достигать 70 м, а самая длинная ветка трассы между наружным и внутренним блоком может быть до 25 м. Допустимый перепад высот между блоками — до 15 м. Такие параметры обеспечивают полную свободу дизайнеру интерьера, а также и удобство проектировщику и монтажникам.

Все наружные блоки инверторных мультисплит-систем серии RAS-M...GAV-E производятся в Японии, что гарантирует высочайшее качество и надежность этого оборудования. Заказчику предлагаются стандартные настенные блоки SKV (Таиланд), а также внутренние блоки серии Daiseikai с уникальным двухступенчатым плазменным фильтром, произведенные в Японии.

Японская компания Toshiba является одним из немногих производителей, которые не только декларируют, но и поставляют к обычным мультисплит-системам не только настенные внутренние блоки, но и блоки канального и кассетного типа. Эти блоки производятся в Японии и поставляются с ИК-пультом дистанционного управления в комплекте.



Канальные внутренние блоки для мультисплит-систем RAS-M...GAV-E выпускаются с производительностью от 2,7 до 4,5 кВт. Блоки очень компактны (толщина 230 мм) и создают максимальное статическое давление в 63,7 Па.

Кассетные четырехпоточные внутренние блоки мультисплит-систем RAS-M...SMUV-E имеют размер 600×600 мм и прекрасно вписываются в стандартную ячейку сборного фальшпотолка.

Также стоит отметить, что мультисплит-системы Toshiba сейчас одно из наиболее выгодных предложений на рынке инверторных мультисистем, а наружные блоки на трех и четырех внутренних блоках постоянно доступны на складах поставщиков.

новый раздел. Авторизованному посетителю сайта, дилеру или партнеру Toshiba доступна вся необходимая в работе информация: техническая документация, инструкции по ремонту и сервисному обслуживанию кондиционеров, каталоги запчастей, руководства по монтажу, спецпредложения, рекламные материалы и программы обучения специалистов. □

Статья подготовлена представительством Toshiba Carrier Corp., компанией АНТ.

**TOSHIBA**  
Leading Innovation >>>

Москва, Люсиновская ул., д. 36, стр. 1  
Тел. (495) 937-42-41  
E-mail: [info@toshibaaircon.ru](mailto:info@toshibaaircon.ru)  
[www.toshibaaircon.ru](http://www.toshibaaircon.ru)

# Особенности прогнозирования микроклимата в помещениях и зданиях с применением мониторинга параметров микроклимата

Автор А.Г. РЫМАРОВ, доцент кафедры отопления и вентиляции МГСУ, к.т.н.; В.В. СМИРНОВ, В.В. САВИЧЕВ, главные специалисты ООО «ПСО инжиниринг»

**П**рогнозирование состояния микроклимата в зданиях различного назначения — важная составляющая при проектировании новых, реконструкции и эксплуатации существующих объектов. Построить здание, а потом исправлять ошибки, переделывать системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха — очень недешевая задача. До начала проектирования зданий и сооружений необходимо:

- задать параметры климата местности, которые необходимо применить при проектировании инженерных систем, формирующих микроклимат в помещениях;
- выявить инженерные системы, формирующие микроклимат в здании и оценить их эффективность;
- определить параметры микроклимата в помещениях;
- провести корректировку предполагаемых проектных решений;
- решить вопросы автоматизации работающего оборудования;
- свести к минимуму энергетические затраты.

Понимание того, как изменится микроклимат в помещениях при резком похолодании или потеплении и других чрезвычайных обстоятельствах также имеет немаловажное значение.

Более 20 лет на кафедре отопления и вентиляции МГСУ разрабатывается технология прогнозирования изменения параметров микроклимата в помещениях здания. В основе прогнозирования состояния микроклимата лежит математическое моделирование, учитывающее вопросы эксплуатации инженерных систем здания, формирующих требуемые параметры микроклимата в помещениях, архитектурно-планировочное решение здания, геометрию помещений, теплотехнические данные строительных материалов, климатические характеристики местности. Разработаны ма-



www.ofdwallpaper.com

тематические модели воздушного, теплового, влажностного и газового режимов помещений и зданий, позволяющие прогнозировать изменение параметров микроклимата. Результаты прогнозирования параметров микроклимата приближены к реальным условиям эксплуатации помещений здания.

Полученные данные позволяют организовывать регулирование работы инженерных систем, формирующих микроклимат помещений здания. Математические модели для различных зданий и сооружений имеют разный уровень сложности в зависимости от требований к качеству микроклимата и требуют разное количество времени для реализации.

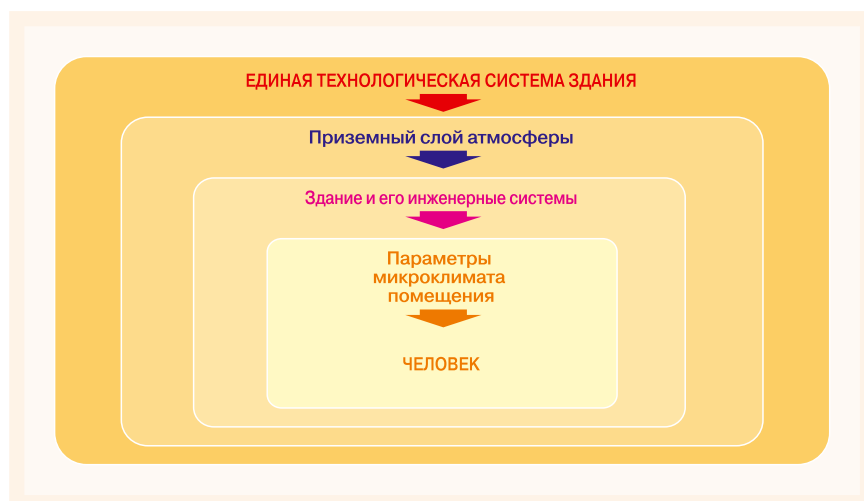
По сложности прогнозирования тех или иных параметров микроклимата

для помещений и зданий различного назначения математические модели могут быть следующие:

- воздушного, теплового, влажностного и газового режимов помещения;
- воздушно-теплового, влажностного и газового режимов здания.

Воздушный, тепловой, влажностный и газовый режимы помещений здания — это динамические тепломассообменные процессы, происходящие в помещении и здании и определяющие изменение во времени параметров микроклимата — температуры, относительной влажности, подвижности воздуха, концентрации вредных примесей в воздухе помещений здания.





■ Рис. 1. Схема связей в единой технологической системе здания

Созданы однозонная и многозонная модели вентилируемого помещения, при которых помещение рассматривается в отрыве от здания, что является одним из способов упрощения задачи. На основе одно- и многозонной моделей формируются соответствующие модели помещений всего здания, где рассматриваются во взаимосвязи все возможные режимы.

Однозонная модель помещения предполагает осреднение по объему помещения рассматриваемых параметров микроклимата, что применимо для невысоких и небольших по площади помещений, которые можно выделить в жилых, гражданских и производственных зданиях, где нет протяженных нагретых или охлажденных поверхностей и значительных поступлений вредных веществ, где имеется хорошее перемешивание воздуха (кратность воздухообмена больше трех), что вызывает незначительный градиент температуры воздуха по высоте помещения. Вредные вещества — это пыль, аэрозоли токсичного и нетоксичного действия, пары воды и др. веществ (газовые вредные поступления), применяемых в современных условиях жизни. Тепловые источники разного происхождения также являются вредными поступлениями, т.к. формируют рост температуры воздуха и могут создать дискомфорт для человека.

Необходимость расчета параметров микроклимата помещения на основе многозонной моде-

ли обусловлена большими размерами помещения в плане и по высоте, а также неравномерностью действия тепловых и газовых источников, наличием протяженных нагретых или охлажденных поверхностей, что вызывает стратификацию воздуха по температуре по высоте помещения. Такие помещения расположены, как правило, в общественных, административных, производственных зданиях, иногда в жилых зданиях. Внезапность и относительно небольшая продолжительность действия источника теплового поступления или источника вредных примесей, локальность расположения по объему помещения данных источников оказывают нестационарное влияние на воздушный, тепловой, влажностный и газовый режимы помещений и здания, изменяется во времени работа инженерных систем по обеспечению требуемых параметров микроклимата в помещениях здания.

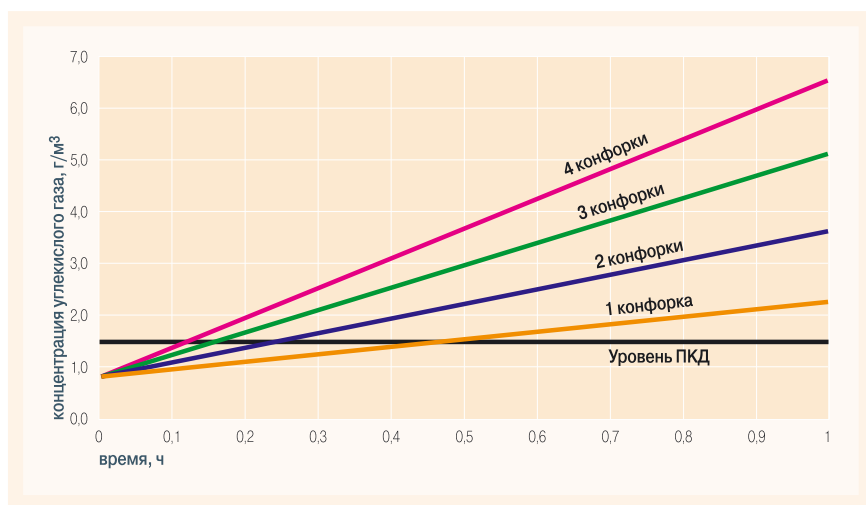
При этом имеет место неравномерность во времени процесса распространения вредной примеси по объему помещения и по зданию. Тепловая инерционность здания и инерционность работы инженерных систем формируют нестационарность рассматриваемых динамических режимов в помещении и здании.

Многозонная модель помещения предполагает разбивку объема помещения на элементарные объемы — зоны, что позволяет проводить моделирование изменения параметров микроклимата рассредоточенно по объему помещения, получая количественные и качественные характеристики работающих инженерных систем, формирующих требуемые параметры микроклимата.

Исходная информация, используемая при моделировании параметров микроклимата на основе многозонной модели вентилируемого помещения, дополняется характеристиками и месторасположением приточных и вытяжных отверстий системы вентиляции или кондиционирования воздуха, характеристиками и месторасположением приточных и вытяжных струй, формированием конвективных струй от нагретых и охлажденных поверхностей. Расчет расхода воздуха, проходящего через границы элементарных объемов основан на использовании коэффициента турбулентного обмена и коэффициентов диффузии.

Представление здания как единой системы, в которой объединены все факторы, определяющие параметры микроклимата в помещениях, лежит в основе технологии прогнозирования изменения параметров микроклимата здания [1, 2]. На рис. 1 показана схема связей по формированию микроклимата в помещении в единой технологической системе здания.

Вентиляция современных помещений с естественной системой вентиляции при ПВХ окнах недостаточна для обеспечения норм по качеству химического состава воздуха, так данные окна имеют повышенную герметичность и в помещении отсутствует или сильно сокращен приток свежего воздуха. Главная вредная примесь, поступающая в воздух помещений жилых зданий — это углекислый газ, который при увеличении концентрации вытесняет кислород из воздуха, формируя неблагоприятный химический состав воздуха. Углекислый газ поступает в воздух помещений при дыхании людей, животных, растений, при работе газовой плиты, при курении и пр. Новые ПВХ окна вытесняют разработанные и применяемые в советское время деревянные окна в спаренных переплетах, которые пропускали больше свежего воздуха, что соответствовало существующим нормам для вентиляции жилых квартир. Деревянные окна имеют большие щели, и сквозняки от них связаны с низким качеством столярных работ, а также с редкими ремонтами в квартирах, когда стыки окон и стеновой панели с течением времени увеличиваются, т.к. здание оседает и деформируется. Однако новые окна имеют стыки, герметизированные специальной монтажной пеной, которая недолговечна и при наших холодных климатиче-



■ Рис. 2. Изменение концентрации CO<sub>2</sub>, окна ПВХ, работает естественная вентиляция

ских условиях разрушится через 5–8 лет, а значит, со временем пластиковые окна тоже станут пропускать воздух, выходящая помещения, и будет необходим их ремонт. А как известно, ремонт — недешевое мероприятие.

Результаты прогнозирования изменения концентрации углекислого газа в двух смежных помещениях с перетеканием воздуха между ними с количеством поступающего свежего воздуха, равному 0 ч<sup>-1</sup> и 1 ч<sup>-1</sup> показаны на рис. 2 и 3, соответственно. На рисунках показана нестационарность изменения вредной примеси CO<sub>2</sub>, из которой можно определить превышение концентрации над величиной ПДК — предельно допустимой концентрацией, г/м<sup>3</sup>. На рис. 2 показано изменение концентрации углекислого газа при отсутствии вентиляции, т.е. при применении пластиковых герметичных окон при условии, что они закрыты, на рис. 3 видно, как меняется концентрация углекислого газа при окнах в старых деревянных переплетах, где концентрация вредной примеси растет достаточно сильно, но при этом работают слишком мощный источник углекислого газа — газовая плита. Из данных графиков, очевидно, что в помещениях кухонь с газовыми плитами для приготовления пищи нельзя устанавливать герметичные новые окна. Установка таких окон приведет к росту концентрации углекислого газа, а при утечках метана к росту взрывопожароопасности, т.к. проветривание помещения затруднено.

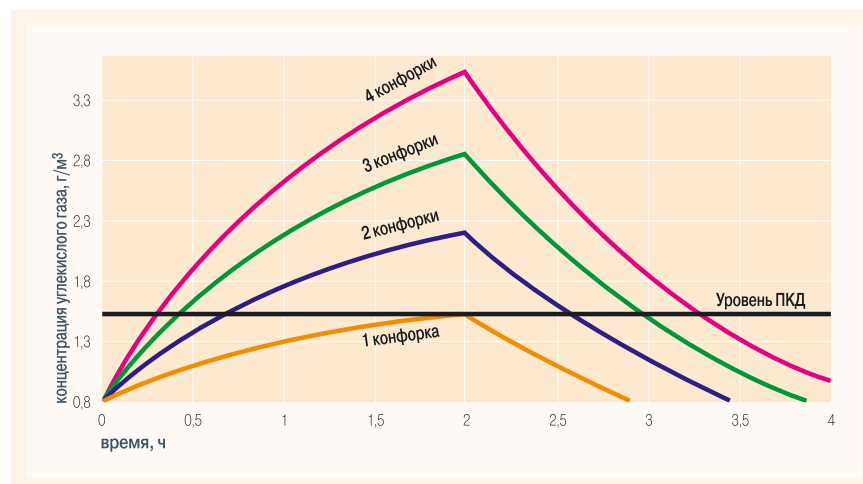
Прогнозирование параметров микроклимата позволяет на предпроектном уровне или на стадии ТЭО проектирования здания получить представ-

ление о будущей фактической работе инженерных систем, формирующих микроклимат в помещении и здании. Наиболее современным и перспективным направлением получения достоверных данных о параметрах микроклимата в помещениях является мониторинг — систематические наблюдения, измерения, контроль и оценка состояния одного или нескольких элементов микроклимата по заранее подготовленной программе.

Цель мониторинга — прогнозирование изменений состояния микроклимата помещений здания, происходящих под влиянием действия климата местности и внутренних источников тепловых, влажностных и газовых выделений.

Составные части мониторинга:

- наблюдение за факторами микроклимата помещений.
- оценка фактического микроклимата помещений.



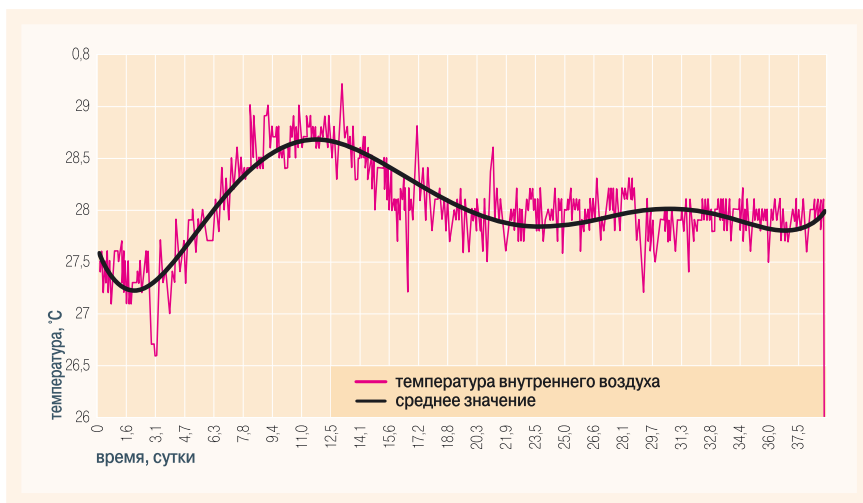
■ Рис. 3. Изменение концентрации CO<sub>2</sub>, окна в деревянном переплете, естественная вентиляция не работает

□ прогноз состояния микроклимата помещений.

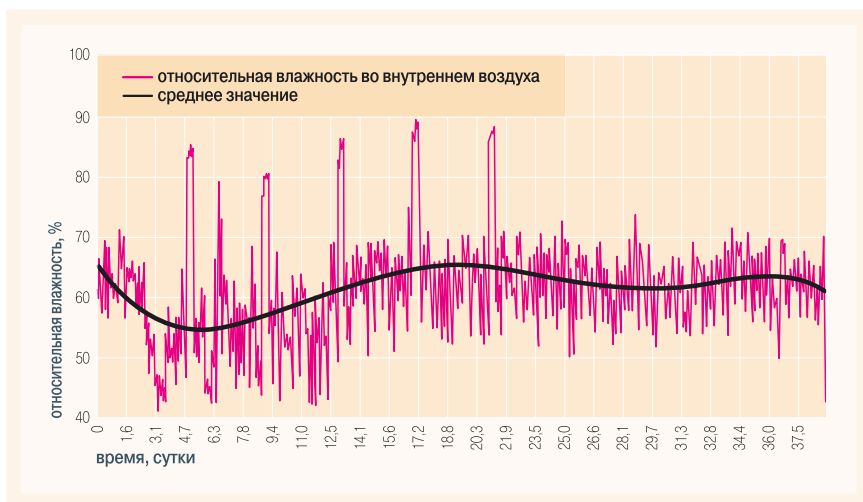
Микроклимат помещений определяет безопасность человека, влияет на технологические и производственные процессы, определяет долговечность ограждающих конструкций здания, при этом микроклимат помещений определяется состоянием следующих параметров: температуры воздуха, температуры поверхностей ограждающих конструкций, относительной влажности воздуха, влагосодержания воздуха, подвижности воздуха, концентрации различных примесей.

Климат территории изменяется в течение года, формируя переменные во времени температурные, влажностные и газовые воздействия на помещение.

Мониторинг микроклимата помещения невозможен без применения современных измерительных приборов, способных фиксировать данные с заданной периодичностью в течение недели, месяца, квартала, года, накапливать в памяти результаты измерений, которые впоследствии можно изучать и анализировать. Мониторинг микроклимата в настоящее время используется для контроля температурно-влажностного состояния воздуха в музеях, картинных галереях, в помещениях, где параметры микроклимата влияют на производственные или технологические процессы. В административных, общественных и жилых зданиях измерения темпера-



■ Рис. 4. Изменение температуры воздуха



■ Рис. 5. Изменение относительной влажности воздуха

туры при местном регулировании теплоотдачи отопительных приборов с применением современных терморегуляторов проводятся последние 20–25 лет, что позволило, в частности, экономить тепловую энергию в системе отопления зданий. Однако, это стало возможным после реконструкции зданий и инженерных систем.

В большинстве существующих зданий различного назначения применяют узлы учета потребления тепловой энергии, с помощью которых в режиме мониторинга фиксируется фактическое теплопотребление помещением, группой помещений или зданием. Температурный, влажностный и газовый режимы помещения влияют, в первую очередь, на здоровье людей, на долговечность ограждающих конструкций здания, мебели, отделочных материалов, раз-

личного оборудования. В частности, сохранность антикварной мебели и старинных или высокохудожественных элементов интерьера — картин, икон, скульптур очень сильно зависит от температурно-влажностного, а иногда и газового режимов помещения, т.к. при неправильном сочетании параметров микроклимата они разрушаются и могут быть утрачены. В последнее время в отделке помещений стали применяться изделия из редких тропических пород дерева, нуждающихся в специальном температурно-влажностном режиме для длительной эксплуатации. Создать требуемый температурный режим в помещении, пригодный одновременно для человека и для сохранности предметов искусства, дорогостоящих и редких элементов интерьера и отделки помещений — сложная инженерная задача.

Проведены исследования температурно-влажностного режима помещения бассейна в спортивном центре

в г. Москва. Определялось соответствие параметров микроклимата требуемым значениям. Мониторинг проводился в холодный период года (в ноябре) в течение 37 дней, результаты регистрировались через каждые полчаса. Использовались регистраторы фирмы testo 175-N1 для фиксации температуры и относительной влажности в внутреннем воздухе. Результаты измерений приведены на рис. 4, 5.

На рис. 4 видно, как происходит колебание температуры в суточном режиме в помещении бассейна, среднее значение показывает сложное нестационарное изменение данного параметра во времени. Диапазон изменения температуры в помещении бассейна не выходит за пределы требуемых значений [1, 2].

На рис. 5 показана нестационарность изменения относительной влажности воздуха в помещении бассейна. В рабочее время относительная влажность воздуха не превышает 65%, а в отдельные периоды наблюдаются скачки относительной влажности до 90%.

На основании проведенного мониторинга бассейна можно сделать вывод, что инженерные системы обеспечивают заданный микроклимат в помещении бассейна в рабочее время. В то же время наблюдается превышение относительной влажности при выключенной системе вентиляции. Повышенная относительная влажность воздуха в помещении бассейна формирует неблагоприятный влажностный режим наружных и внутренних ограждающих конструкций, при котором увеличивается поток водяного пара через материалы ограждений, увеличивается влажность материалов, растут теплопотери помещения, снижается долговечность ограждений помещения и здания. Требуется дополнительная оценка влияния влажности на ограждающие конструкции с целью определения их долговечности. □

1. СНиП 2.04.05–91\*. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Госстрой РФ. М.: АПП ЦИТП, 1998.
2. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 частях. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2 / Б.В. Баркалов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др. Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. — 4-е издание, перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1992.
3. Титов В.П. Здание — это единая технологическая система: Теплоэнергоэффективные технологии // СПб.: Инф. бюлл. №3/1996.
4. Титов В.П., Рымаров А.Г. Методы единой тепло-технической системы для оптимизации энергопотребления и повышения экологической безопасности здания // Известия ВУЗов. Строительство, №9/1997.

# Трансформация тепла и процессы охлаждения в системах кондиционирования воздуха

## 1. Трансформаторы тепла

В системах кондиционирования воздуха основными процессами являются изменение температуры воздуха путем увеличения или уменьшения его теплосодержания. Реализуется этот процесс трансформаторами тепла, которые осуществляют перенос тепловой энергии от источников с более низкой температурой к приемникам с более высокой температурой. Трансформатор тепла, используемый для охлаждения тела, вещества, воздуха и пр., называют холодильной машиной, а для нагрева — тепловым насосом.

Трансформатор тепла, используемый для одновременно полезного использования процессов охлаждения и нагрева, называют теплохолодильным насосом. На практике часто тепловой насос используется поочередно для процессов охлаждения или нагрева.

В зависимости от вида источника тепла (источник низкой температуры — ИНТ) и приемника тепла (приемник высокой температуры — ПВТ) тепловые насосы классифицируются: «воздух–воздух», «воздух–вода», «вода–воздух», «вода–вода», «грунт–воздух», «грунт–вода».

По принципу работы трансформаторы тепла могут быть компрессионные, сорбционные, струйные, термоэлектрические или магнитные. В СКВ в основном применяются компрессионные и сорбционные. В компрессионных установках последовательно осуществляются процессы механического сжатия и расширения рабочего вещества (агента). Принцип работы сорбционных установок основан на последовательном осуществлении термохимических реакций поглощения (сорбции) рабочего агента соответствующим сорбентом, а затем выделения (десорбции) рабочего тела из сорбента. Процессы сорбции и десорбции в сорбционных установках выполняются функции, аналогичные процессам сжатия и расширения, совершаемым в компрессионных насосах.

По виду процесса тепловые насосы могут быть замкнутого или разомкнутого цикла. В установках разомкнутого цикла агент частично или полностью выводится из установки, а вводится новая порция хладагента. В замкнутом цикле хладагент циркулирует в замкнутом контуре.

Все механические, электрические, тепловые и магнитные процессы можно разделить на обратимые и необратимые.

Обратимые процессы это такие процессы, в которых исходное состояние может быть достигнуто без каких-либо остаточных изменений системы. Например, механические или электрические колебания протекают обратимо, т.к. они периодически попадают в исходное состояние.

Идеальные обратимые процессы характеризуются следующими признаками:

1. Исходное состояние достигается путем обратного хода процесса (колебание маятника).
2. Восстановление исходного состояния не требует подвода энергии извне.



www.worldwater.com

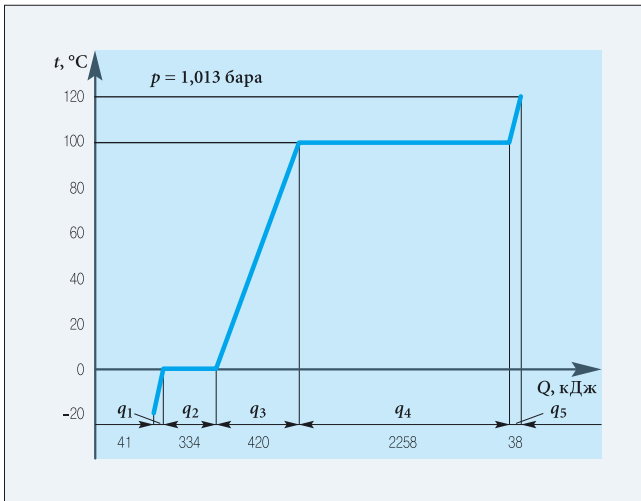
3. Обратимый процесс не оставляет ни в одном из участвующих в процессе тел остаточных изменений состояния.

Противоположностью обратимых процессов являются процессы необратимые, например, пластические процессы деформации тел, химические реакции, передача энергии излучением. Необратимые процессы характеризуются следующими признаками:

1. Все необратимые процессы сами по себе протекают только в одном направлении. Например, запах духов обратно во флакон не возвращается.
2. При всех необратимых процессах работа растрачивается, т.е. упускается возможность совершить полезную работу. Вместо полезной работы происходит только нагревание тел (нагретый газ в поршне идет на передвижение поршня, но часть тепла излучается в пространство). Для непрерывности необратимого процесса необходимо пополнять систему энергией извне.
3. В замкнутых системах необратимые процессы приводят к остаточным изменениям состояния систем.

Для количественной оценки степени совершенства обратимых процессов Клаузиус (1882 г.) ввел понятие энтропии, сущность которого заключается в следующем.

Всякое движение частиц стремится к беспорядку. Энтропия характеризует, насколько далеко ушло направленное (упорядоченное) движение частиц к беспорядку и насколько трудно (или невозможно) осуществить обратный переход. По сути, энтропия характеризует процесс теплообмена системы с окружающей средой.



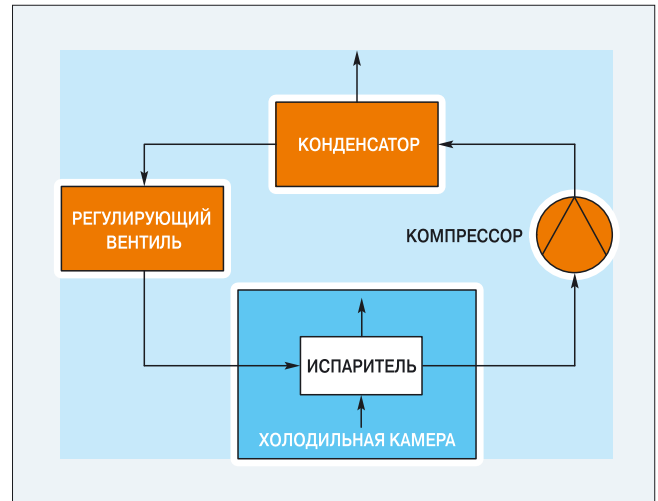
■ Рис. 1. Энергетические показатели воды при изменении температуры

## 2. Работа теплового насоса в режиме охлаждения (холодильная машина)

Английский ученый Блэк (1760 г.) показал, что при постоянной температуре вещество может поглощать или выделять тепло путем изменения агрегатного состояния, а также дал количественную оценку тепловых преобразований при изменении агрегатного состояния вещества. Так, для того, чтобы растопить 1 кг льда, необходимо затратить 334 кДж энергии, а чтобы испарить 1 кг воды, необходимо затратить 2258 кДж энергии (рис. 1). Процесс поглощения теплоты в этих случаях происходит при постоянной температуре. Эти процессы используются во всех тепловых насосах: поглощение тепла из охлаждаемой среды во время перехода вещества из жидкого состояния в газообразное при постоянной температуре и давлении.

Так, если капнуть на ладонь какой-либо хладагент, например, эфир, то ладонь будет охлаждаться. При испарении хладагент отбирает тепло у ладони, а нагретые пары хладагента перейдут в окружающую среду, отдав ей часть тепла ладони.

Если этот хладагент замкнуть в изолированной термодинамической системе и создать условия для сбора испарившегося хладагента и обратного его преобразования в жидкость, то эту часть хладагента можно вновь использовать для охлаждения. Схема такой термодинамической системы (холодильной машины) приведена на рис. 2, а процессы, протекающие в си-



■ Рис. 2. Блок-схема парокомпрессионной холодильной машины

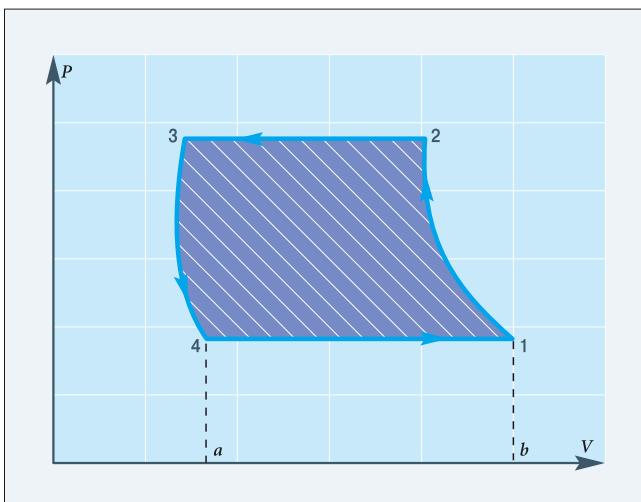
стеме, отображены в  $P$ - $V$ -диаграмме на рис. 3. В камере, которую необходимо охладить, находится испаритель. В испаритель поступает жидкий хладагент, который затем испаряется, отбирая тепло у холодильной камеры (поток А на рис. 2 и кривая 4-1 на рис. 3).

Регулируя давление, можно сделать так, чтобы хладагент превращался в пар при требуемой температуре (в допустимых для данного хладагента пределах и при технически реализуемых давлениях). Затем необходимо отобранное хладагентом тепло передать в окружающую среду или использовать для нагревания. Для этого хладагент сжимают компрессором (кривая 1-2 на рис. 3) и направляют в теплообменник, называемый конденсатором.

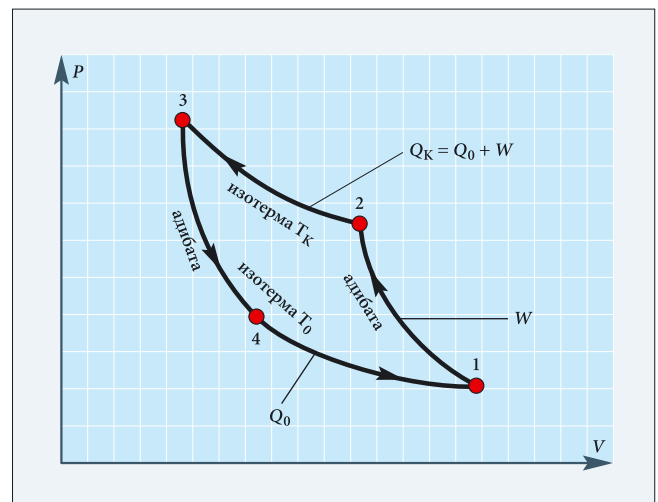
Конденсатор при постоянном давлении отдает тепло окружающей среде, например, воздуху или воде (поток В рис. 2, линия 2-3 рис. 3). Естественно, что температура среды, окружающей конденсатор, должна быть ниже температуры жидкого хладагента.

Для того чтобы жидкий хладагент начал испаряться, необходимо снизить его давление. Это осуществляется с помощью регулирующего вентиля, на входе которого давление высокое, а на выходе низкое (кривая 3-4, рис. 3).

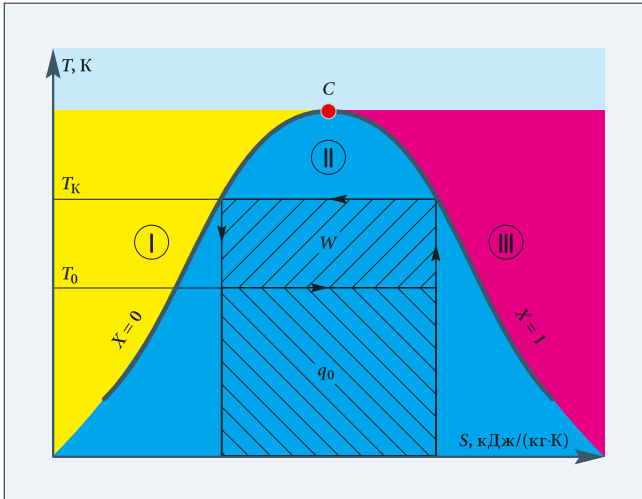
Таким образом, мы получаем замкнутый цикл холодильной машины, которая с помощью испарителя отбирает теп-



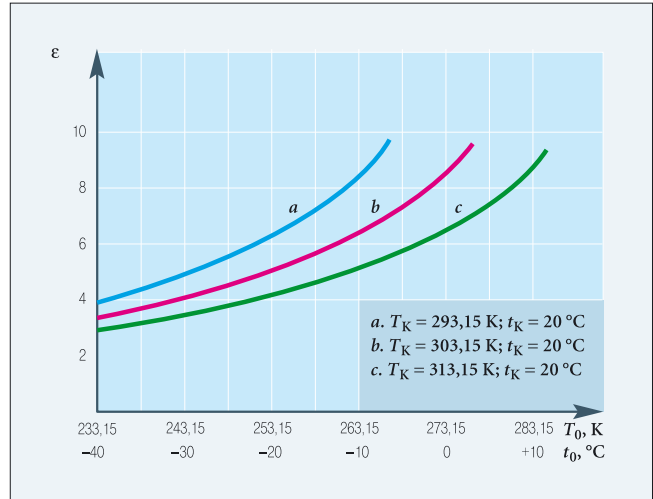
■ Рис. 3. Диаграмма холодильного цикла в  $P$ - $V$ -координатах



■ Рис. 4. Диаграмма холодильного цикла Карно в  $P$ - $V$ -координатах



■ Рис. 5. Цикл Карно на  $T$ - $S$ -диаграмме



■ Рис. 6. Зависимость холодильного коэффициента от температуры кипения и конденсации

ло из холодильной камеры и с помощью конденсатора отдает его другой среде.

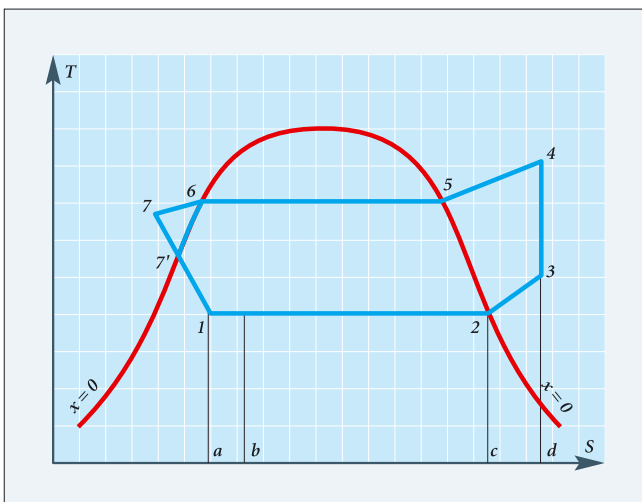
Тепло, отобранное испарителем, пропорционально площади  $a$ -3-4-b, а отданное конденсатором площади  $a$ -4-3-2-1-b. Работа холодильной машины, затраченная на выполнение цикла, пропорциональна площади 1-2-3-4.

Французский инженер Карно (1824 г.) рассчитал цикл холодильной машины, которая выполняет максимальную работу при минимальных затратах, т.е. идеальный холодильный цикл (рис. 4). Такой цикл состоит из:

- адиабатического — без теплообмена с окружающей средой — сжатия паров в компрессоре (кривая 1-2);
- изотермической — при постоянной температуре — конденсации паров в конденсаторе (кривая 2-3);
- адиабатического расширения жидкости в расширителе (кривая 3-4);
- изотермического парообразования жидкости в испарителе (прямая 4-1).

Цикл Карно является двухтемпературным, т.е. теплообмен происходит между двумя источниками:

- холодильным источником (испарителем), который при температуре  $T_0$  поглощает тепло  $Q_0$ ;
- горячим источником (конденсатором), который при температуре  $T_k$  отдает в окружающую среду тепло  $Q_k$ .

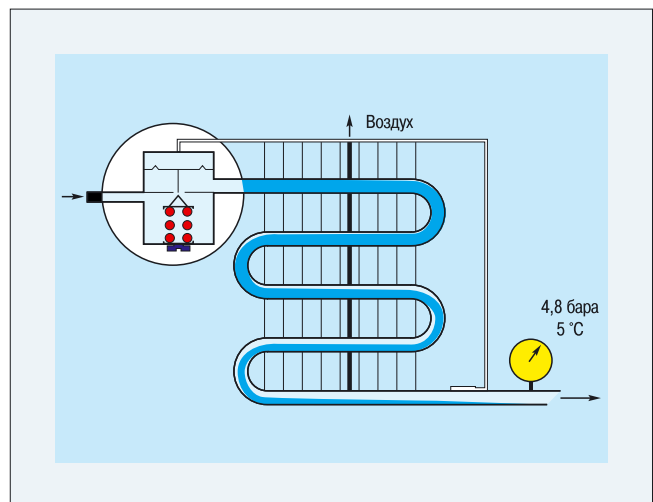


■ Рис. 7. Реальный цикл холодильной машины на  $T$ - $S$ -диаграмме

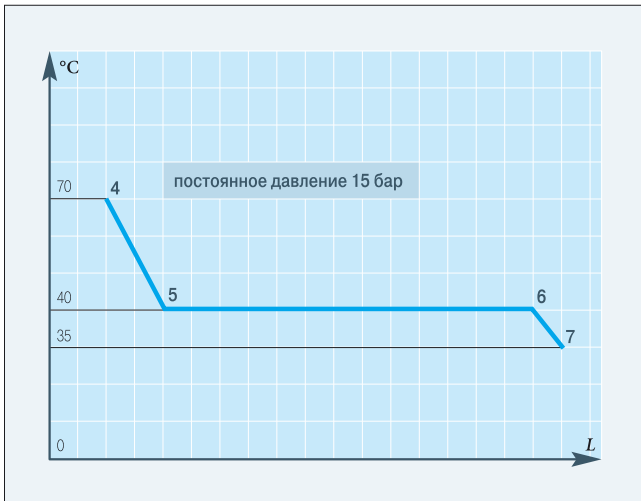
Цикл Карно теоретически можно осуществить с помощью следующих элементов:

1. Компрессора без потерь, который адиабатически (без теплообмена с внешней средой) сжимает влажный пар. Совершенная работа затрачивается исключительно на изменение внутренней энергии газа (линия 1-2 рис. 4). В процессе сжатия капли жидкости испаряются, и в точке 2 образуется сухой насыщенный пар.
2. Конденсатора бесконечной поверхности, в котором пар превращается в жидкость при температуре окружающей среды (процесс 2-3).
3. Регулирующего вентиля без потерь, в котором жидкость адиабатически расширяется.
4. Испарителя бесконечной поверхности, в котором вся жидкость превращается в пар при температуре холодного источника  $T_0$ .

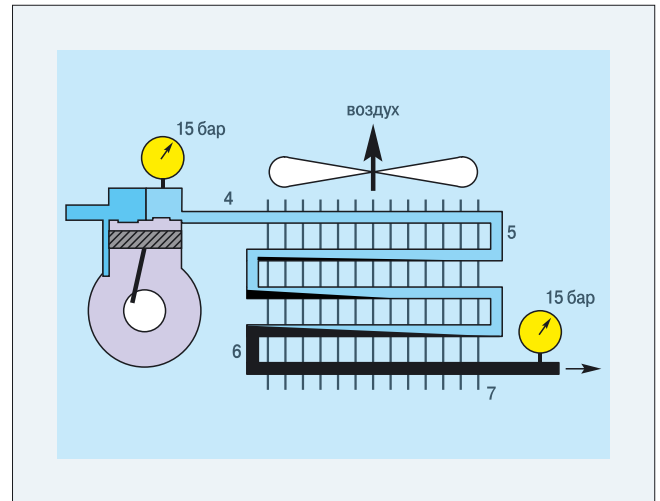
$P$ - $V$ -диаграмма холодильного цикла дает возможность определить холодопроизводительность холодильной машины и затраченную энергию путем измерения площади, заключенной между линиями процессов. Однако определить максимально возможный коэффициент преобразования по этой диаграмме затруднительно. Данный процесс лучше исследовать на диаграмме «температура-энтропия» ( $T$ - $S$ -диаграмма). Это связано с тем, что в  $T$ - $S$ -диаграмме холодиль-



■ Рис. 8. Процесс испарения в холодильной машине



■ Рис. 9. Изменение температуры по длине конденсатора



■ Рис. 10. Процесс конденсации в холодильной машине

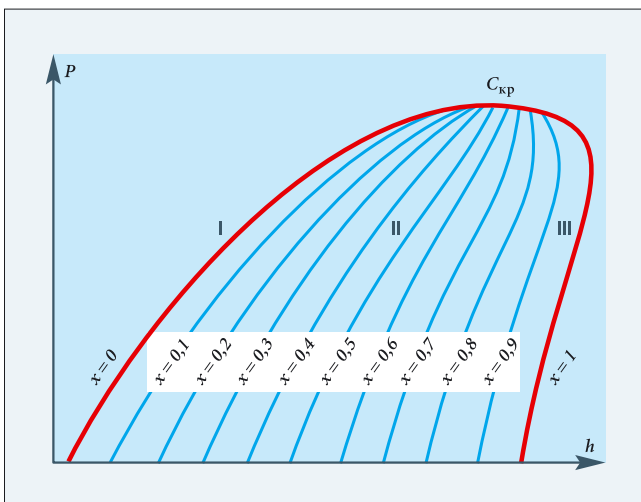
ный цикл может быть представлен прямыми линиями. Определение площадей, ограниченных прямыми линиями, намного проще, а результаты точнее. Понятие энтропии довольно сложное. Например, в [1] по этому поводу сказано: «Не будем забывать, что понятие энергии является интуитивным, а энтропии абстрактным, и что они были восприняты человеком лишь недавно и с большим трудом».

Важным является то, что на  $T-S$ -диаграмме идеальный цикл Карно отображается прямоугольником (рис. 5). Энтропийное сжатие хладагента происходит по прямой 2-3; изотермическая конденсация — прямая 3-4; адиабатическое расширение — прямая 4-1; изотермическое парообразование — прямая 1-2.

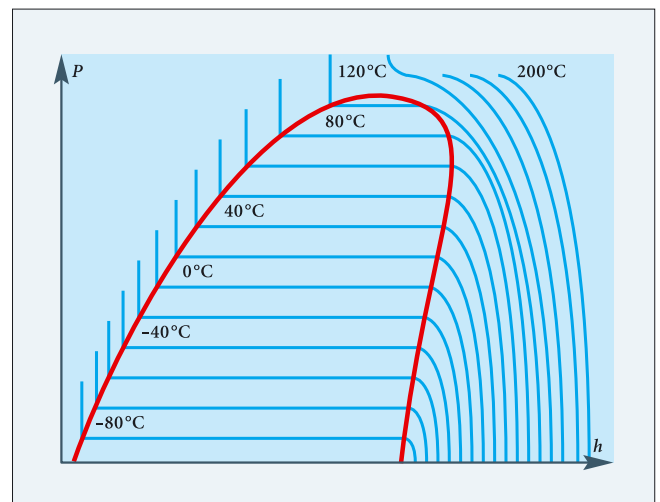
На  $T-S$ -диаграмме обозначены области: С — тройная точка; I — жидкая фаза хладагента; II — парожидкостная фаза; III — газообразная фаза.

На  $T-S$ -диаграмме (рис. 2-5) площадь прямоугольника б-4-3-а представляет количество тепла, отданного конденсатором  $Q_k$ . Площадь прямоугольника б-1-2-а эквивалентна количеству тепла, отбираемого хладагентом  $Q_0$ . Разность этих площадей, или площадь 1-2-3-4, есть затраченная работа  $W$ . Из диаграммы следует, что количество тепла, отданное конденсатором:

$$Q_k = Q_0 + W. \quad (1)$$



■ Рис. 11. Линии постоянной сухости на  $\lg(P-h)$ -диаграмме



■ Рис. 12. Линии постоянной температуры на  $\lg(P-h)$ -диаграмме

Холодильный коэффициент, равный отношению холодопроизводительности к затраченной работе, равен:

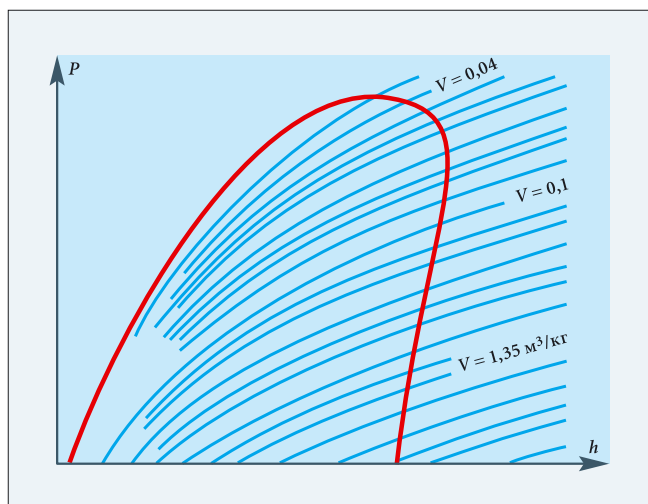
$$EER = \frac{Q_0}{W} = \frac{T_0}{T_k - T_0}. \quad (2)$$

Значения холодильного коэффициента  $\epsilon$  для идеального цикла Карно в зависимости от температуры испарения при температурах конденсации 20, 30 и 40 °C показаны на рис. 8.

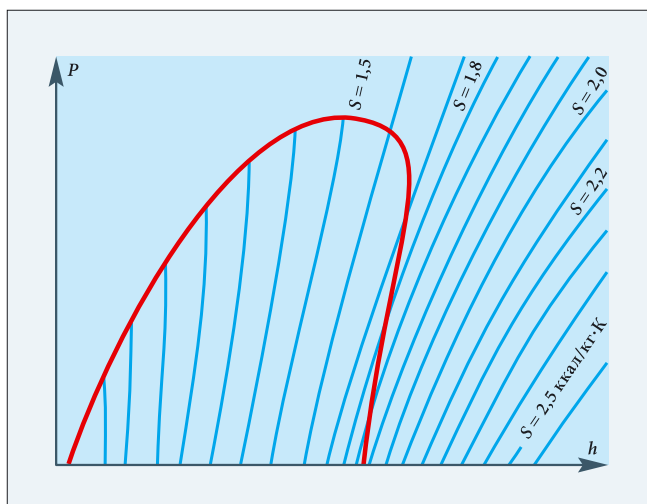
Холодильный цикл реальной холодильной машины значительно отличается от цикла Карно, что связано со следующими обстоятельствами.

### 2.1. Необходимость перегрева хладагента в процессе парообразования в испарителе

Рассмотрим парокompрессионный цикл с хладагентом R410A и температурой испарения +5 °C, обычно используемый при комфортной кондиционировании. В точке 1 на входе испарителя давление составляет примерно 8,33 бара, а температура +5 °C. В точке 1 (рис. 7 и 8) жидкость начинает испаряться, и чем ближе к точке 2, тем больше в испарителе пара и меньше жидкости. Однако давление и температура по всей длине испарителя остаются постоянными. В точке 2 жидкости уже нет, есть только пар. Однако производить сжатие в этой точке еще нельзя, т.к. из-за изменения, например, температуры окру-



■ Рис. 13. Линии постоянного удельного объема на lg(P-h)-диаграмме



■ Рис. 14. Линии постоянной энтропии на lg(P-h)-диаграмме

жающей среды, точка 2 может «плавать», сдвигаясь при этом в область парожидкостной фазы. В некоторых случаях имеется опасность, что поступление части жидкости в компрессор приведет к гидродинамическому удару (т.н. «влажный ход») и выходу компрессора из строя. Поэтому отбор тепла производят до тех пор, пока на выходе из испарителя не произойдет перегрев пара на 5–8 К выше температуры кипения (точка 3). Этот режим называется режимом «сухого хода».

Кроме того, данный режим обеспечивает повышение холодопроизводительности холодильной машины.

Температуру испарения следует выбирать как можно выше, т.к. повышение температуры испарения на 1 °С ведет к повышению холодопроизводительности на 3–5 %.

Рассмотрим, что происходит с охлажденным воздухом, который с помощью вентилятора проходит через испаритель.

Пусть температура воздуха на входе в испаритель равна 22 °С, а на выходе 15 °С. Перепад температуры воздуха составляет  $\Delta T_{\text{возд}} = 22 - 15 = 7$  К, а полный перепад между температурой хладагента (5 °С) и температурой воздуха на входе составит  $\Delta Q_{\text{полн}} = 22 - 5 = 17$  К.  $\Delta Q_{\text{полн}}$  и  $\Delta T_{\text{возд}}$  зависят от влажности окружающего воздуха. Как правило, для испарителей,

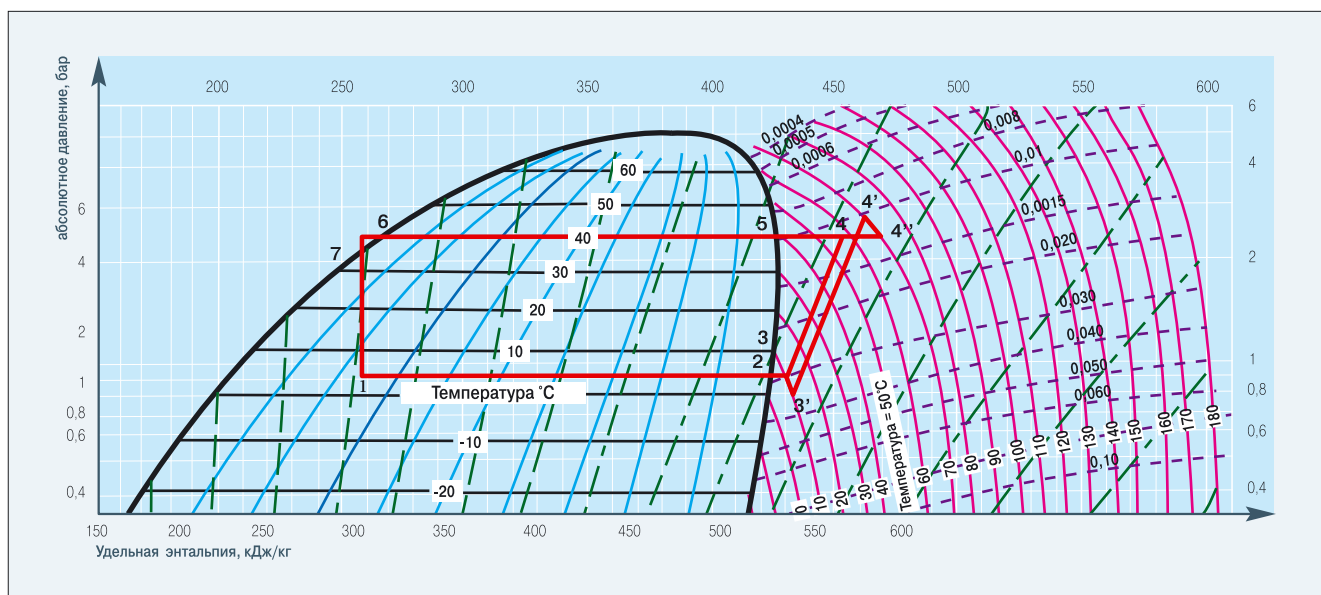
охлаждающих воздух, могут быть приняты следующие значения  $\Delta T_{\text{возд}} = 6-10$  К,  $\Delta Q_{\text{полн}} = 16-20$  К.

### 2.2. Наличие потерь в компрессоре

Потери в компрессоре возникают из-за трения, наличия мертвого объема, наличия масла в хладагенте, охлаждения встроенного электродвигателя хладагентом и др. Их можно уменьшить, увеличив степень сжатия и температуру сжатого хладагента до 70 °С (линия 3–4, рис. 7), хотя температура конденсации должна быть около 40 °С. Разность между температурой конденсации и температурой окружающей среды должна быть как можно меньше, т.к. снижение температуры конденсации на 1 °С ведет к увеличению холодопроизводительности на 1 %.

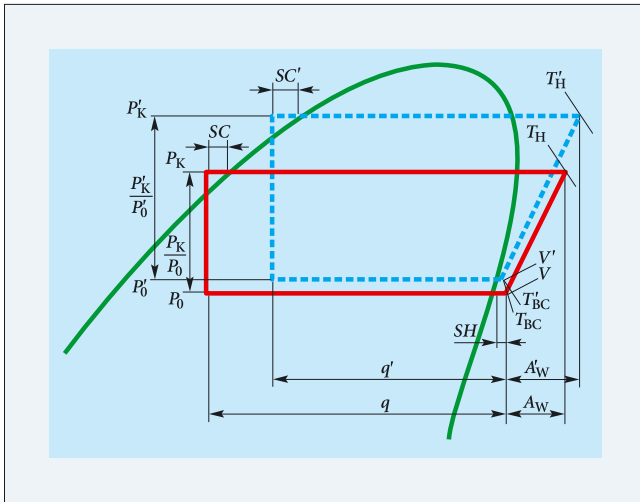
### 2.3. Снятие перегрева и переохлаждение конденсатора

Учитывая, что для исключения потерь в компрессоре температура хладагента повышена до 70 °С, то при конденсации нам необходимо прежде всего снять перегрев и привести хладагент к требуемой температуре конденсации (линия 4–5, рис. 7). На вход конденсатора поступает хладагент в виде перегретого пара с температурой  $T = 70$  °С (точка 4, рис. 9 и 10).



■ Рис. 15. lg(P-h)-диаграмма для R410A





■ Рис. 16.  $\lg(P-h)$ -диаграмма при «слабом» конденсаторе

Воздух, проходящий через конденсатор (в конденсаторах с воздушным охлаждением), охлаждает хладагент при постоянном давлении.

Хладагент начинает конденсироваться и в точке 5 появляются первые капли жидкости. По мере приближения процесса к точке 6 количество жидкой фракции будет увеличиваться, а в точке 6 жидкость составит 100%. Однако дросселировать газ в этой точке нецелесообразно из-за возможных потерь при дросселировании. Потери при дросселировании определяются физическими свойствами холодильного агента, а также интервалом температур до и после дросселирования чем больше интервал, тем больше потери. Поэтому одним из способов снижения потерь является уменьшение этого интервала путем понижения температуры жидкого хладагента перед дросселированием. Это обеспечивается переохлаждением хладагента в конденсаторе на 5–8 К относительно температуры конденсации. Процесс переохлаждения идет по линии 6–7' (рис. 7), а в ряде случаев линия переохлаждения совпадает с пограничной кривой (линия 6–7). В точке 7' давление составляет 15 бар, температура — 32–35 °С.

Перепад температур воздуха, охлаждаемого конденсатором, составляет 5–10 К. Температура конденсации должна быть на 10–15 К выше температуры окружающей среды.

#### 2.4. Потери при дросселировании

Хотя в парокомпрессионном цикле работа расширения составляет небольшую часть работы цикла, обеспечить адиабатическое расширение крайне сложно. Поэтому применяют дросселирование с помощью терморегулирующего вентиля (ТРВ) или трубки малого сечения (капиллярной трубки).

Дросселирование обеспечивает понижение давления без изменения энтальпии. Однако в процессе дросселирования реальных газов температура понижается меньше, чем при адиабатическом расширении. Это объясняется наличием частичного парообразования за счет выделения теплоты трения в процессе дросселирования. Вследствие этого снижаются полезная работа расширения и холодопроизводительность.

Этот необратимый процесс идет с увеличением удельной энтропии. Следовательно, на  $T-S$ -диаграмме линия процесса дросселирования пойдет не вертикально вниз ( $H = \text{const}$ ), а наклонно (линия 7–1). Иногда организуют процесс переохлаждения по линии 6–7', а дросселирование по линии 7'–1.

Таким образом, на  $T-S$ -диаграмме парокомпрессионный цикл описывается следующими процессами:

- 1–2 — отбор тепла от охлаждаемой среды при парообразовании (кипении) хладагента в испарителе при постоянном давлении;
- 2–3 — отбор тепла от охлаждаемой среды при перегреве газообразного хладагента в испарителе;
- 3–4 — сжатие хладагента компрессором;
- 4–5 — снятие перегрева хладагента в конденсаторе;
- 5–6 — конденсация хладагента;
- 6–7 или 6–7' — переохлаждение хладагента;
- 7–1 или 7–1' — дросселирование хладагента.

Удельная холодопроизводительность (на 1 кг хладагента) пропорциональна площади  $a-1-2-3-d-a$ . Затраченная работа площади —  $1-2-3-4-5-6-7'-1$ . Энергия, отданная конденсатором, пропорциональна сумме вышеуказанных площадей, т.е. площади  $a-1-7'-6-5-4-3-d-a$ . Увеличение холодопроизводительности за счет переохлаждения конденсатора равно площади  $a-1-1'-b-a$ . Увеличение холодопроизводительности за счет перегрева хладагента при кипении равно площади  $c-2-3-d-c$ .

### 3. $\lg(P-h)$ -диаграмма холодильного цикла

При всей наглядности прохождения физических процессов в холодильной машине на  $T-S$ - и  $P-V$ -диаграммах производить расчеты по ним не совсем удобно, т.к. для определения холодопроизводительности и затраченной работы необходимо на диаграмме измерять площади многоугольников. Расчеты обычно производят по  $P-h$ -диаграмме, применяемой в двух вариантах, которые отличаются масштабом оси давления: в одном случае это  $P$ , в другом —  $\lg(P)$ .

$P-h$ -диаграмма более точна в области критической точки и применяется, например, для хладагента  $\text{CO}_2$ , холодильный цикл которого лежит в окрестности критической точки. Для хладагентов, используемых далеко от критической точки, удобнее работать с диаграммой  $\lg(P-h)$ .

Так как в новых кондиционерах в основном использовался хладагент R410A, рассмотрение  $\lg(P-h)$ -диаграммы будем вести на примере этого хладагента.

На  $\lg(P-h)$ -диаграмме по оси абсцисс откладывается удельная энтальпия  $h$  [кДж/кг]. В приведенной диаграмме начало координат обозначено 50 кДж/кг, а удельная энтальпия для



ФОТО КОМПАНИИ-ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

■ Характеристика хладагента R410A на линии насыщения

табл. 1

Температура, °С	Давление, кПа		Удельный объем, м³/кг		Плотность, кг/м³		Энтальпия, кДж/кг			Энтропия, кДж/(кг·К)		Температура, °С
	жидкости	пара	жидкости	пара	жидкости	пара	жидкости	скрытая	пара	жидкости	пара	
	$P_{ж}$	$P_{п}$	$V_{ж}$	$V_{п}$	$1/V_{ж}$	$1/V_{п}$	$h_{ж}$	$h$	$h$	$S_{ж}$	$S_{п}$	
0	799,0	796,5	0,0009	0,0326	1176,7	30,649	200,0	222,5	422,5	1,0000	1,8147	0
1	824,7	822,1	0,0009	0,0316	1172,5	31,649	201,6	221,3	422,8	1,0056	1,8128	1
2	851,0	848,4	0,0009	0,0306	1168,3	32,676	203,1	220,0	423,1	1,0112	1,8108	2
3	878,0	875,3	0,0009	0,0297	1164,1	33,732	204,7	218,7	423,4	1,0168	1,8088	3
4	905,6	902,8	0,0009	0,0287	1159,8	34,817	206,2	217,4	423,6	1,0225	1,8069	4
5	933,9	931,0	0,0009	0,0278	1155,5	35,931	207,8	216,1	423,9	1,0281	1,8049	5
6	962,9	959,8	0,0009	0,0270	1151,2	37,076	209,4	214,8	424,1	1,0337	1,8030	6
7	992,5	989,3	0,0009	0,0261	1146,9	38,252	211,0	213,4	424,4	1,0392	1,8011	7
8	1022,8	1019,5	0,0009	0,0253	1142,5	39,461	212,6	212,1	424,6	1,0448	1,7991	8
9	1053,8	1050,4	0,0009	0,0246	1138,1	40,702	214,1	210,7	424,9	1,0504	1,7972	9
10	1085,5	1082,0	0,0009	0,0238	1133,7	41,977	215,7	209,3	425,1	1,0560	1,7953	10
11	1117,9	1114,3	0,0009	0,0231	1129,2	43,288	217,3	207,9	425,3	1,0616	1,7934	11
12	1151,0	1147,3	0,0009	0,0224	1124,7	44,634	219,0	206,5	425,5	1,0671	1,7914	12
13	1184,9	1181,1	0,0009	0,0217	1120,1	46,017	220,6	205,1	425,7	1,0727	1,7895	13
14	1219,5	1215,6	0,0009	0,0211	1115,6	47,437	222,2	203,7	425,9	1,0783	1,7876	14
35	2139,2	2132,0	0,0010	0,0113	1008,6	88,506	257,9	169,5	427,5	1,1956	1,7458	35
36	2193,2	2185,7	0,0010	0,0110	1002,8	91,151	259,7	167,7	427,4	1,2013	1,7436	36
37	2248,1	2240,5	0,0010	0,0107	996,9	93,879	261,5	165,8	427,3	1,2070	1,7414	37
38	2304,2	2296,3	0,0010	0,0103	991,0	96,691	263,4	163,8	427,2	1,2127	1,7392	38
39	2361,2	2353,2	0,0010	0,0100	985,0	99,592	265,2	161,9	427,1	1,2185	1,7370	39
40	2419,3	2411,1	0,0010	0,0098	978,9	102,585	267,1	159,9	427,0	1,2243	1,7348	40
41	2478,5	2470,1	0,0010	0,0095	972,7	105,674	269,0	157,8	426,8	1,2301	1,7325	41
42	2538,8	2530,2	0,0010	0,0092	966,4	108,864	270,9	155,8	426,7	1,2359	1,7302	42
43	2600,1	2591,3	0,0010	0,0089	960,0	112,159	272,8	153,7	426,5	1,2418	1,7278	43
44	2662,6	2653,6	0,0011	0,0087	953,4	115,564	274,8	151,5	426,3	1,2477	1,7255	44

температуры 0 °С составляет 200 кДж/кг. В некоторых диаграммах выбраны другие значения энтальпии в этих точках. Однако это не отражается на результатах расчетов, т.к. важна разность энтальпии двух состояний вещества, а не абсолютное ее значение.

Ось ординат представляет собой логарифмическую шкалу, на которой нанесено абсолютное давления в барах. В центре диаграммы расположена подковообразная линия, которая разделяет плоскость диаграммы на три области. В области I (рис. 16) хладагент находится в жидком состоянии, в области II в парожидкостном (двухфазное состояние), в области III в состоянии перегретого пара.

В области II проходят кривые  $\chi$  (кривые сухости), отмеченные показателем процентного содержания пара в смеси (рис. 12). Линия  $\chi = 0,1$  соответствует состоянию газа с 10% содержанием пара и 90% содержанием жидкости. Кривые  $\chi = 0$  и  $\chi = 1$  являются пограничными линиями. Линия  $\chi = 0$  это линия жидкого хладагента, а линия  $\chi = 1$  — это линия пара. Обратим внимание на характер кривой постоянных значений температуры (рис. 13). В области I изотерма вертикальна, в области II горизонтальна, а в области III сначала криволинейна, а затем стремится стать вертикальной.

На диаграмме также изображены линии постоянно удельного объема (рис. 14) и линии постоянной энтропии (рис. 15). Для точного определения параметров термодинамического процесса пользуются  $\lg(P-h)$ -диаграммами [3], или выпускаемыми заводами-изготовителями хладагента. Как правило, эти диаграммы выполнены в крупном масшта-

бе и очень точно, что позволяет использовать их для расчетов. Кроме того, имеются таблицы состояния хладагента при различных температурах, а также таблицы удельного объема, энтальпии и энтропии хладагента в различных состояниях (на линии насыщения, перегретого пара). Энтальпийная диаграмма для хладагента R410A изображена на рис. 15. Удельный объем, энтальпия и энтропия в состоянии перегретого пара для хладагента R410A приведены в табл. 1.

Рассмотрим представленный на  $\lg(P-h)$ -диаграмме теоретический цикл одноступенчатой компрессионной холодильной машины, используемой для кондиционирования воздуха. При кондиционировании температура воздуха, подаваемого в помещение от кондиционера, должна быть положительной, а температура конденсации должна быть выше температуры окружающей среды на 10–15 К. Поэтому температуру кипения выбираем +5 °С, а конденсации +40 °С. На  $\lg(P-h)$ -диаграмме (рис. 15) проведем линии постоянного давления, соответствующие этим температурам. Это, соответственно, 9,34 и 24,2 бара. Термодинамические характеристики хладагента на линии насыщения определяем по таблицам. □

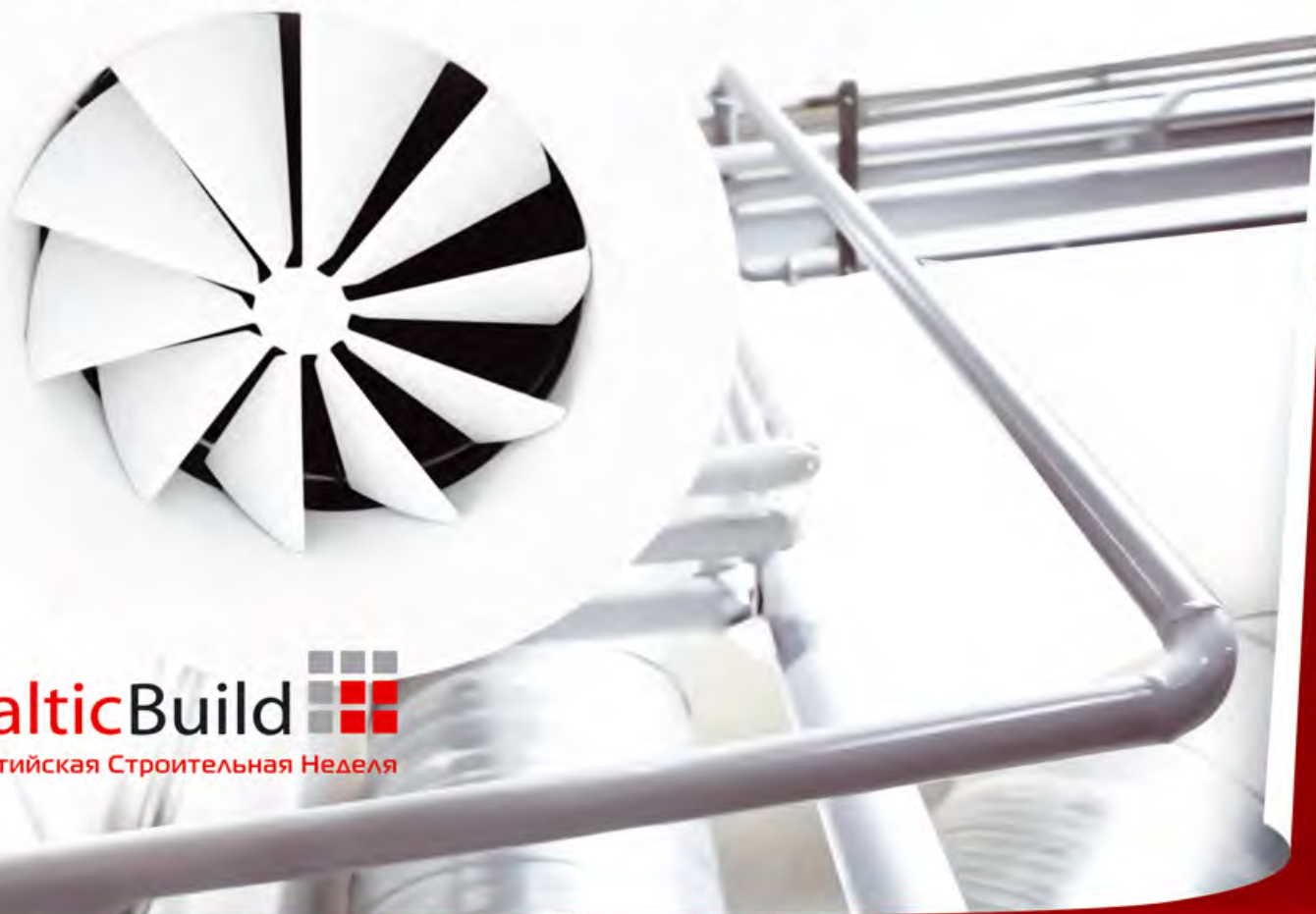
*Продолжение следует.*

1. Мааке В., Эккерт Г.-Ю., Кошпен Ж.-Л. Польманн. Учебник по холодильной технике. — М.: Изд-во МГУ, 1998.
2. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха. Учебн. пособие / Г.В. Нимич, В.А. Михайлов, Е.С. Бондарь. — Киев.: ТОВ «Видавничий будинок «Аванпост-Прим», 2003.
3. Термодинамические диаграммы  $i-\lg(P)$  для хладагентов. М.: AVISANKO, 2003.
4. Холодильные машины. Под общ. ред. Л.С. Тимофеевского. — СПб.: Политехника, 1997.

13-я Международная выставка

**СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ  
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА,  
ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

9-12 сентября 2009, Санкт-Петербург, Ленэкспо



ufi  
Approved  
Event

**BalticBuild**

Балтийская Строительная Неделя

Инженерное оборудование ■ Трубы и трубопроводная арматура ■ Водопроводные системы, водонагревательное, водоочистительное оборудование ■ Канализационное оборудование ■ Вентиляционное оборудование, воздухопроводы ■ Газоснабжение ■ Насосное оборудование ■ Обогревательные системы ■ Тепловые завесы, теплообменники ■ Системы жизнеобеспечения, безопасности и управления зданием ■ Устройства противопожарные ■ Электротехническое оборудование ■ Энергосберегающее оборудование, автономные источники энергии ■ Контрольно-измерительная аппаратура

В рамках выставки:

- **КОНКУРС «ИННОВАЦИЯ»**  
Представьте Вашу новую продукцию



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

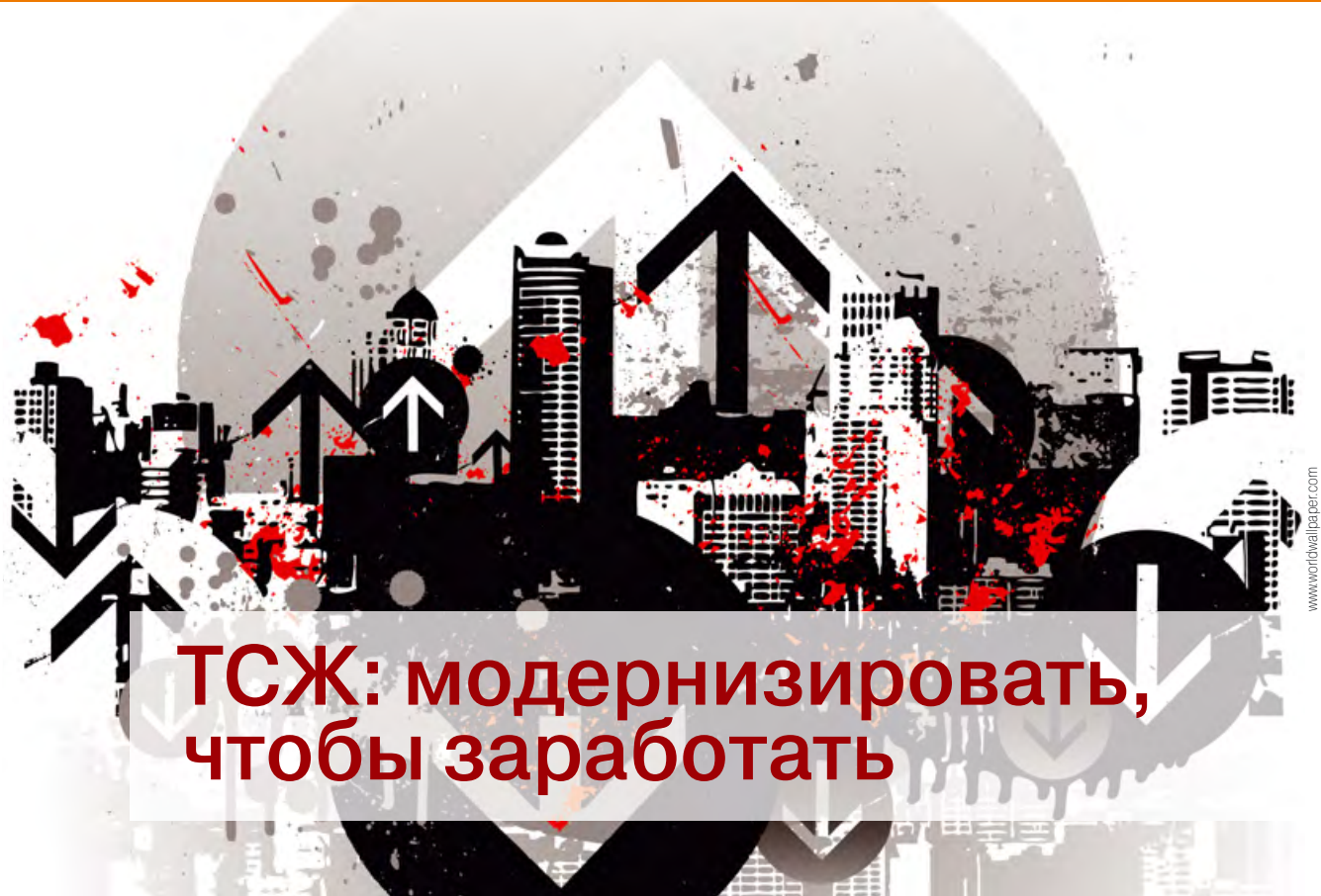
Организаторы:



тел.: +7 812 380 60 04/14  
e-mail: [build@primexpo.ru](mailto:build@primexpo.ru)

Генеральные информационные партнёры:





## ТСЖ: модернизировать, чтобы заработать

Современный период развития рыночной экономики в России характеризуется переходом к гибкой системе производственных, хозяйственных и экономических отношений. Эта тенденция особенно заметна в сфере ЖКХ, эффективной работой которой в условиях рыночных отношений планируется достичь за счет:

- коммерциализации жилищно-коммунального комплекса (к 2010 г. число коммерческих поставщиков услуг достигнет 80 %, что создаст в отрасли конкурентную рыночную среду и повысит качество услуг);
- обеспечения безубыточной деятельности жилищных и коммунальных предприятий (реализуется через тарифную политику);
- повышения качества содержания жилфонда (за счет создания системы управления многоквартирными домами — МКД).

Понятно, что первые две составляющие касаются всех без исключения граждан РФ и только третья актуальна для российских собственников жилья, проживающих в многоквартирных домах.

Очевидно, чтобы обеспечить содержание дома в надлежащем виде, необходимо эффективно управлять им. Однако до последнего времени процесс в лучшем случае сводился к текущей эксплуатации здания. А хроническое недофинансирование коммунальной от-

расли привело к тому, что многие здания не ремонтировались по 40–50 лет, плавно переходя из разряда «нуждающихся в капитальном ремонте» в категорию «аварийное жилье».

Другой важнейшей причиной подобного состояния дел с жилфондом стало отсутствие собственников, которые бы относились к своему дому действительно как к личному имуществу и самостоятельно заботились о том, чтобы поддерживать его в надлежащем техническом состоянии. И хотя после приватизации люди в полной мере ощутили себя хозяевами отдельных квартир, далеко не каждый осознал свою ответственность за судьбу дома в целом.

### Управляем по закону

Вместе с тем, вступивший в силу в 2005 г. Жилищный кодекс РФ четко регламентирует порядок управления многоквартирными домами. Согласно документу, жильцы, являющиеся собственниками своих квартир, могут объединяться для того, чтобы управлять принадлежащим им недвижимым имуществом. Одна из разновидностей подобной структуры — товарищество собственников жилья (ТСЖ). Оно создается с целью обеспечить благоприятные и безопасные условия проживания граждан, организовать техническое обслуживание дома и реализовать право каждого собственника жилого помещения на управление сво-

им имуществом. Эта организация, образованная собственниками помещений (жилых и нежилых), осуществляет совместное управление многоквартирным домом и решает вопросы владения, пользования и распоряжения общим имуществом, в т.ч. и придомовой территорией.

Являясь юридическим лицом, ТСЖ имеют целый ряд преимуществ по сравнению с такой формой, как «непосредственное управление собственниками»:

- ТСЖ может зарабатывать деньги от сдачи нежилых помещений в аренду, кроме того, все коммунальные платежи аккумулируются на расчетном счете образованного товарищества и, соответственно, могут расходоваться только на эксплуатацию и содержание дома, причем контроль за финансовыми потоками доступен любому участнику товарищества;
- ТСЖ может напрямую заключать договоры с ресурсоснабжающими организациями;
- ТСЖ может само планировать ремонтные работы в своем доме, определять их первоочередность, причем остается возможность получить все государственные льготы и дотации.

В процессе деятельности ТСЖ способно обходиться своими силами, заключая договоры с обслуживающими организациями или частными лицами (например, жильцами-«умельцами»). Если же возникает необходимость, суще-

стует возможность нанять управляющую компанию (УК). При этом условия взаимодействия определяются жильцами на общем собрании (набор услуг, качество, цена). На практике в роли управляющей компании, как правило, выступает муниципальный ЖЭК или ДЭЗ. В случае если качество предоставляемых услуг не будет удовлетворять требованиям жильцов (например, несвоевременная уборка территории, подъездов, задержки с устранением аварийных ситуаций и пр.), ТСЖ вправе расторгнуть договор и заключить аналогичный с уже другой управляющей компанией.

Жилищным кодексом РФ предусмотрен и иной способ управления многоквартирным домом — непосредственно через управляющую компанию, которая выбирается на общем собрании собственников квартир. Существенным преимуществом данного способа управления домом является то, что УК состоит из специалистов-профессионалов, работающих на постоянной основе, а наличие собственной материальной-технической базы позволит выполнить работы с большим качеством и в минимальные сроки. Но с другой стороны, управляющая компания является коммерческой организацией, и ее главной целью является получение прибыли. Нарботанный опыт свидетельствует о том, что порядка 20–30 % от сбора средств пойдет на оплату услуг такой компании. К тому же УК, в отличие от ТСЖ, может иметь под своим «патронажем» несколько домов, а следовательно, не исключено распыление финансов, да и возможность контроля над расходованием собранных жильцами денег становится весьма условной.

### Деньги — только ТСЖ или УК

В интересах улучшения качества содержания жилфонда государство стремится экономически поддержать формирование механизмов управления многоквартирными домами. Ярким подтверждением этому является создание государственной корпорации «Фонд содействия реформированию ЖКХ», которая образована в соответствии с Федеральным законом от 21.07.07 г. №185-ФЗ «О Фонде содействия реформированию ЖКХ» и будет действовать до 1 января 2012 г.

Федеральные средства этого Фонда (годовой бюджет — свыше 240 млрд руб.) предназначены для капитального ремонта многоквартирных домов и могут расходоваться на модернизацию внутридомовых инженерных систем

электро-, тепло-, газо-, водоснабжения и водоотведения, восстановление или замену лифтового оборудования, ремонт крыш и подвальных помещений, а также фасадов.

Разумеется, этих 240 млрд руб. явно недостаточно, чтобы обновить весь жилищный фонд без исключения. Деньги получают лишь те дома, где инициативные собственники объединятся в ТСЖ или выберут УК и своевременно отправят заявки в муниципалитеты.

При всех положительных моментах Федеральный закон №185-ФЗ имеет один существенный недостаток — требование 5 %-го софинансирования капитального ремонта многоквартирного дома со стороны собственников жилья. По авторитетному мнению депутата Государственной думы, председателя подкомитета по реформированию ЖКХ Галины Хованской, наличие в законе указанного требования приводит к самым неприятным последствиям: «... дома, находящиеся в наихудших условиях и требующие немедленного капитального ремонта, невозможно отремонтировать, потому что в них, как правило, живут менее обеспеченные люди; чем хуже дом, тем выше стоимость его капитального ремонта, а значит, и «вес» этих пяти процентов; например, пожилому человеку не под силу вложить в ремонт две три свои пенсии...».

### Сэкономить — значит найти

Вместе с тем, как показывает практика, у собственников жилья имеется реальная возможность принять посильное участие в софинансировании капитального ремонта МКД. Как уже говорилось, определенные денежные средства ТСЖ может получить от сдачи в аренду нежилых помещений, придомовой территории, экономии в оплате за энергоресурсы, полученной за счет реализации мероприятий по энергосбережению и пр.

Так, известно, что старые жилые дома потребляют чрезвычайно много электроэнергии, при этом большая ее часть расходуется крайне неэффективно. Вместе с тем, использование энергосберегающего оборудования во внутренних инженерных системах здания позволило бы существенно сократить потребление электроэнергии, а вырученные от экономии деньги направить на ремонт и обустройство дома.

Одним из способов сокращения затрат на электроэнергию становится замена энергоемких агрегатов на их энер-

госберегающие аналоги. В качестве примера можно привести опыт УК в городе Рыбинске. Здесь на МУП «Запад» и МУП «Восток» были заменены насосы на повышении давления воды. Вместо старых отечественных агрегатов ЭЦВ (производительность — 4,5 м<sup>3</sup>, мощность — 4,5 кВт) установлены насосы Grundfos серии СНV 2-80 (большей производительности, мощностью — 1,7 кВт). Ранее эксплуатируемое оборудование работало в постоянном режиме, при этом затраты электроэнергии составляли около 108 кВт/сутки, что составляет примерно 190 руб/сутки (в год эта сумма близка к 70 тыс. руб.). Новые насосы работают попеременно, в автоматическом режиме, включаясь только при необходимости (падение давления в сети ниже определенного предела). В итоге на сегодняшний день затраты электроэнергии составляют примерно 13,6 кВт/сутки, или в денежном эквиваленте — около 23 руб/сутки (годовой расход менее чем 8500 руб.). Кроме того, ощутимо снизились расходы на техническое обслуживание и ремонт.

О высокой эффективности мер по снижению энергопотребления свидетельствует интересный факт, когда жильцы многоквартирного дома сэкономили миллион рублей. В Екатеринбурге в 19-этажном доме по адресу ул. Жукова, д. 14, была проведена модернизация всех систем жизнеобеспечения с заменой оборудования на современные энергосберегающие механизмы. При этом также использовались насосы Grundfos и запорно-регулирующая арматура Danfoss. «Теперь, — говорит управляющая ТСЖ дома №14 Ольга Кривобокова, — экономия на электроэнергии не самой большой по площади квартиры составляет 6000 рублей ежегодно. А у нас квартиры — от 100 до 200 м<sup>2</sup>. Всего в доме — 120 квартир. И если посчитать, то общая экономия составляет где-то миллион ежегодно. По договоренности с жильцами все эти деньги мы инвестируем в модернизацию действующего оборудования».

Таким образом, одним из важнейших условий успешного осуществления реформы отечественного ЖКХ является образование эффективных механизмов управления жилфондом. Инициативным собственникам государство готово помочь экономически, взяв на себя «львиную» долю затрат на капитальный ремонт и благоустройство дома. □

Пресс-служба ООО «Грундфос».

# Теплозащита наружных стен: излишество или необходимость

Предложенный в теплотехнических нормативных документах (СНиП 23-02-2003) способ снижения энергопотребления строящихся зданий без экономического обоснования уводит от решения проблемы энергосбережения. Чрезмерное, неоправданное внимание к теплозащите наружных стен обуславливает резкое увеличение спроса и рост цен на эффективные теплоизоляционные материалы. Это открыло рынок для зарубежных фирм, поскольку отечественная строительная индустрия никогда не развивала данный сегмент строительных материалов — за ненадобностью.

**Автор** В. КОНДРАТЕНКО, заведующий отделом новых технологий ВНИИСТРОМ, к.т.н., почетный строитель России

## Наружные стены в энергетическом балансе здания

Для выяснения роли наружных стен в общем энергетическом балансе здания выполнены расчеты на абстрактной его модели применительно к климатическим условиям Москвы. В модель не включены окна, двери и вентиляционные системы — учтены только наружные стены. Такой подход позволяет установить максимально возмож-

ную экономию тепловой энергии на отопление здания, которую можно получить за счет увеличения приведенного сопротивления теплопередаче ( $R_{\text{опр}}$ ) только стен. При оценке изменений теплотерь в процентном отношении такой подход равнозначен передаче тепла через  $1 \text{ м}^2$  наружной стены. Расчеты показали, что при улучшении теплоизолирующих свойств стеновых конструкций теряемая зданием теплота снижается не

линейно, а по гиперболе. Наибольший эффект в экономии тепла (почти 100 %) в такой модели здания наблюдается при увеличении  $R_{\text{опр}}$  наружных стен с 0,5 до  $1,0 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ . Изменение же  $R_{\text{опр}}$  стен с 1 до  $2 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$  дает экономию тепловой энергии на 50 %. А увеличением  $R_{\text{опр}}$  с 2 до  $3 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$  достигается экономия тепла еще на 16 %. Дальнейшее повышение  $R_{\text{опр}}$  на каждую термическую единицу дает незначительный прирост экономии тепла. Рассчитанная для процентного отношения зависимость практически одинакова во всех климатических районах и отличается только абсолютными значениями теплотерь.

Расчеты теплового баланса 17-этажного жилого здания с учетом теплотерь через окна, полы, чердачные перекрытия и вентиляцию показали, что фактическая экономия тепла за счет увеличения теплозащитных качеств наружных стен еще меньше: рост  $R_{\text{опр}}$  стен с 1 до  $2 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$  позволяет сократить расход тепловой энергии на отопление на 16 %, с 2 до  $3 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$  — еще на 7 %, с 3 до 4 и даже до  $5 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$  сокращает теплотери здания всего лишь на 3,5 и 2,3 % соответственно. Вклад теплозащитных качеств наружных стен в экономию тепловой энергии при эксплуатации здания снизится еще почти вдвое, если учитывать расход тепла на горячее водоснабжение и потери при транспортировке теплоносителя от ТЭЦ до потребителя. Последние результаты свидетельствуют о нецелесообразности планируемого строительными нормами чрезмерного увеличения  $R_{\text{опр}}$  стен, особенно в северных районах страны. Экономические расчеты с учетом материальных затрат на создание дополнительной индустриальной базы, энергозатрат на производство дополнительной теплоизоляции с целью удовлетворения



норм вновь принятого теплотехнического законодательства показали, что эти затраты не смогут окупиться даже через 50 лет — срок, превышающий долговечность утеплителя из пенополистирольных и минераловатных плит. Парадокс, но если стену из керамзитопенобетона плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  заменить на аналогичную по толщине прослойку из экструзионного пенополистирола, теплотери здания уменьшатся всего на 2–3%, хотя сопротивление теплопередаче таких стен будет различаться в 6,5 раза.

### Практика применения теплоэффективных строительных материалов

Жители бывших прибалтийских республик свой «пенопластовый этап» в строительстве без содрогания не вспоминают — только одна Эстония с населением всего 1,5 млн человек теперь ежегодно производит и потребляет 140 тыс.  $\text{м}^3$  керамзита и 40 тыс.  $\text{м}^3$  керамзитобетонных изделий.

Финны для покрытия дефицита жилья выстроили 8 млн  $\text{м}^2$  каркасно-щитовых зданий («финских домиков»), у которых наружные стены выполнены по схеме «дерево–пенопласт–дерево». К настоящему времени снесены все.

В Литве в 2001 г., когда развернулся спор о том, применять ли пенополистирольные плиты в качестве утеплительного материала для жилых помещений, поступили просто — изготовили два сарая, один из которых утеплили с помощью пенополистирола, другой — минеральной ватой. В каждом сарае устроили «пожар» с температурой  $900^\circ\text{C}$ . Через 15 минут кровля, утепленная пенополистиролом, рухнула, а утепленная минеральной ватой в это время только начала гореть (при интенсивном пожаре ее срок устойчивости в 4,2 раза больше). Выводы свидетельствуют сами за себя.

Статья [1] рассматривалась на заседаниях строительных ведомств России, Украины и Беларуси и стала опорной для назначения реальной, а не рекламируемой долговечности пенополистирольных изделий в составе строительных конструкций. Реальная долговечность для беспрессового пенополистирола марки ПСБ (в исследованиях использован самый лучший материал фирмы «Тиги Кнауф») составила всего 13 лет. Экструзионные пенополистиролы показали несколько большую долговечность — от 16 до 40 лет, но стоимость этого материала почти в 10 раз выше.



Прошло четыре года — ни «Кнауф», ни Dow Chemical к авторам статьи никаких претензий не предъявили, опровержений не последовало.

В настольной книге санитарного врача [2] на официальном уровне утверждается и обращается внимание санитарных врачей на то, что пенополистирол выделяет вредный и канцерогенный стирол.

«Полистирол применяется для изготовления радиоаппаратуры, тары для упаковки, катушек магнитофонных и электроизоляционных пленок, деталей машин, предметов быта, игрушек, облицовочной плитки и т.п. Получается полимеризацией стирола в присутствии инициаторов (перекисей, гидроперекисей и азосоединений). Химические свойства: токсичен к щелочам, кислотам, трансформаторному маслу, глицерину. При  $200^\circ\text{C}$  разлагается с образованием стирола

и других низкомолекулярных соединений, димеров и гримеров. При нагревании пенополистирола до  $60^\circ\text{C}$  в течение месяца в воздухе создавались концентрации стирола от 0,001 до 0,017 мг/л. Токсическое действие: в основном определяется количеством неполимеризованного мономера (стирола)» [3].

Вдыхание полистирольной пыли вызвало умеренную фиброгенную реакцию легких. Признаки токсического действия обнаруживались у мышей и крыс при длительном воздействии летучих продуктов нагретого полистирола разных марок и концентрации стирола в воздухе 0,001–0,018 мг/л [4].

«При обследовании 120 работающих в производстве блочного полистирола и 56 человек — эмульсионного выявлены жалобы на сухость в носу и горле, сухой кашель, першение в горле, частые ангины. Объективно: воспалительные

или атрофические изменения верхних дыхательных путей. У 29% работающих с блочным полистиролом — хронический тонзиллит. Изменения верхних дыхательных путей при получении полистирола эмульсионным способом несколько ниже. У 118 работниц, занятых на переработке материалов на основе блочного, ударопрочного полистирола и его сополимеров с метакриловой кислотой, обнаружены вегетативная дисфункция и астенические реакции. У 6 человек со стажем более 10 лет — случаи дерматита» [5]. Ограничение содержания неполомеризовавшегося стирола и других исходных и добавочных продуктов (стандартизация полимеров). Например, в клеевых бутадиев-стирольных латексах содержание стирола ограничено до 0,06%, в краске КЧ-26 — до 0,03%. Обязательны местные вытяжные устройства в местах нагревания полимера и изделий из него, в местах склеивания, остывания нагретых изделий, при механической обработке полистирольных пластиков и изделий из них» [6].

«...Представляло интерес исследовать влияние на организм летучих продуктов, выделяющихся из пенополистирола в различных условиях его производства и применения... изучались образцы самозатухающего пенополистирола, содержавшие от 0,39 до 0,65% остаточного мономера стирола. Полистирол исследовали в двух видах: до вспенивания и после. В процессе производства сушка влажного полистирола, полученного после полимеризации, происходит при 40°C, а вспенивающегося — при 100°C. Поэтому во время опытов невспененный полистирол нагревался и до 40, и до 100°C. Вспененные образцы в соответствии с возможными условиями их использования исследовали при температуре от 20 до 60°C... во время нагрева полистирола в невспененном и во вспененном виде образовывались продукты, неизменно содержавшие стирол — хранение материала даже при комнатной температуре также сопровождается постепенным выделением незаполимеризовавшегося стирола... Возможность хронического отравления малыми концентрациями стирола давно уже привлекала внимание многих исследователей...» [7]. За 40 лет, прошедших с момента упомянутых исследований, содержание остаточного мономера во вспенивающемся полистироле ПСВ-С, а соответственно и в получаемой из него продукции (пенополистирол марок ЛСБ-С) сокра-

тилось весьма незначительно, всего до 0,2% (данные по ОАО «Пластик», г. Узловая, Тульской обл.).

Ныне широко рекламируемый пенобетон неавтоклавного (естественного) твердения может быть теплоэффективным лишь в высушенном до постоянной массы состоянии. Влажность же пенобетона неавтоклавного твердения при отправке его потребителю достигает 25%. Каждый процент влажности в стене на 6–7% повышает теплопроводность конструкции. Сохнуть в стене пенобетон будет годами. В итоге теплопроводность стены из такого материала будет равна чуть ли не железобетону, а относительная влажность воздуха в жилище за счет испарения влаги из пенобетонной стены превысит 80%. К тому же отопить такое жилье в первые два-три года будет весьма проблематично, а люди будут жить в условиях «сауны».

В протоколе испытаний изделий из ПБ должны присутствовать данные о морозостойкости, теплопроводности и величине усадки при высыхании. Полезно посетить производство и убедиться, можно ли на нем безукоризненно соблюдать все ТУ, ознакомиться с испытательной лабораторией, ведущей постоянный контроль качества поступающего сырья, с качеством готовой продукции (проверяется периодичность записей в журнале испытаний), с дозирующими устройствами на каждом этапе поступления сырья, с автоматическим контролем всего процесса производства ПБ.

#### Паропроницаемые стены

А дышат ли стены? В исследовании использована модель помещения с размерами в плане 5 (6 м и высотой 2,5–3,0 м. В расчете учитывались различные параметры наружного воздуха до и после санации здания и замена окон на современные, обеспечивающие практически полную герметизацию притвора. Фиксировалось изменение влажности внутреннего воздуха во всех случаях, влияние проветривания помещения. В итоге получил подтверждение тот факт, что в результате санации и замены окон задача обеспечения нормального воздухообмена в помещении остается нерешенной, отмечено образование в помещении грибка. Новейшие исследования показали, что для образования плесени в помещении достаточно, чтобы ежедневно в течение любых 5 последовательных дней в течение 6 ч относительная влажность воздуха в той или

иной точке помещения превышала 80%. В воздухе квартиры, где проживает три человека, в результате их жизнедеятельности ежедневно содержится до 10 л влаги. Как ее можно удалить?

В ИЕМВ были разработаны вентиляционные системы для монтажа в наружные стены. Отток воздуха осуществляется за счет разницы величин давления, для контроля воздухообмена отверстия вентиляционных систем снабжены клапанами, перекрывающими воздушные потоки при достижении ими определенной интенсивности.

Комплексная система теплоизоляции примерно вдвое (а устройство вентилируемых фасадов — в три раза) дороже, чем простая герметизация стыков (точность этих величин зависит от стоимости конкретных применяемых материалов). Эффективность тех или иных принимаемых мер должна определяться технико-экономическим сравнением различных вариантов, поскольку конечным итогом является энергосбережение. Например, в Германии санирующие мероприятия считаются рентабельными, если они окупаются за счет экономии энергии в течение 15 лет. В РФ этот период значительно короче.

#### Снижение теплопотерь зданий: реальность и перспективы

Известно, что дискомфорт создается не только при колебаниях температуры воздуха относительно оптимального уровня и высоким содержанием в воздухе углекислого газа и других вредных примесей, но и повышенной влажностью воздуха. Особенно заметным это становится при большом скоплении людей в закрытом помещении. Долгие годы с данной проблемой справлялись проектируя здания с естественной вентиляцией — наряду с форточками, через которые удаляется воздух, нагретый до комнатной температуры и загрязненный, для изготовления стен использовались материалы, обладающие необходимой в этих условиях паропроницаемостью, благодаря чему имел место естественный влагообмен с окружающей средой. Там, где обеспечена паропроницаемость, есть и воздухопроницаемость. В этой связи часто упоминается ячеистый бетон как материал, наиболее отвечающий указанным требованиям, способствующий поддержанию благоприятного климата.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что мероприятия по модер-



низации и тепловой защите зданий требуют комплексного подхода, в т.ч. многофакторного анализа и корректировки последующих мероприятий с учетом результатов, достигнутых после осуществления всех предыдущих. Это подтверждается данными, полученными на модернизированном здании серии 1-335 по проспекту Пушкина, д. 54, в Минске. Если до утепления наибольшими были потери через стены, то после — через воздухообмен. Это значит, что если на первом этапе основное внимание уделялось утеплению стен, то после двухлетнего анализа результатов реализации пилотного проекта акценты сместились в сторону грамотного вентилирования помещений. Поэтому необходимо параллельно решать вопросы утепления ограждающих конструкций и инженерного обеспечения зданий.

Обследование позволило выявить негативные моменты, наблюдаемые после утепления зданий: значительно снизилась экологическая безопасность жилья и комфортность проживания людей в зданиях после их тепловой модернизации. Хотя имеет место экономия тепловой энергии, в домах стало теплее, влажность внутреннего воздуха помещений (80%) ощутимо отличается от нормативной (55%). Значительно сократилась кратность воздухообмена, например, в кухнях площадью 7,5 м<sup>2</sup> она вместо 90 м<sup>3</sup>/ч теперь составляет от 12 до 50 м<sup>3</sup>/ч. Итог — постоянное увлажнение стен и грибок.

Решение проблемы возможно путем усовершенствования конструкций обрамления оконных проемов с устройством в них специальных клапанов. Можно говорить и о принудительной вентиляции с рекуперацией тепловой энергии. Логика развития современного строительства свидетельствует о необходимости перехода к проектированию зданий с механической, полностью контролируемой системой приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла уходящего из помещений воздуха.

Есть причины указанных недостатков, которые не могут быть устранены иным путем. **Во-первых**, введение новых нормативных значений термического сопротивления ограждающих конструкций влечет за собой такое перераспределение уровня теплопотерь, при котором максимальное значение их относится к воздухообмену, достигая 50% от общего уровня, т.е. дальнейшие перспективы энергосбережения в зданиях

связаны прежде всего с возвратом тепла, уходящего с теплым воздухом из помещений.

**Во-вторых**, переход к утепленным ограждающим конструкциям и окнам нового поколения с повышенным термическим сопротивлением обостряет проблему поддержания нормативного воздухообмена в помещениях.

В стеновой конструкции при утепленной стене, герметичных оконных конструкциях и герметичной заделке окон не остается неплотностей, которые могли бы способствовать поддержанию нормативного уровня воздухообмена. Остается возможность поддержания необходимого воздухообмена с помощью открытых окон или форточек. Однако при этом практически теряется смысл установки окон нового поколения (тем более — выпуска окон с еще более высоким термическим сопротивлением). Устройство клапанов или сознательная разгерметизация окон не укладываются в логику развития современных оконных технологий (не следует забывать, что окно прежде всего должно обеспечивать инсоляцию помещений).

**В-третьих**, обеспечив с помощью тех или иных технических средств, например клапанов в оконных или стеновых конструкциях, приток воздуха и сохранив свободный воздухообмен, решить задачу поддержания нормативного значения воздухообмена тем не менее не удастся. Уровень воздухообмена будет зависеть от множества причин, среди которых величина ветровой нагрузки, высота расположения квартиры в многоэтажном здании, частота открывания окон, степень их уплотнения, а также состояние вытяжных вентиляционных шахт.

**В-четвертых**, сохранение свободного воздухообмена не позволяет решить задачу использования внутренних источников тепла и поступающей в помещении солнечной энергии в общей системе энергоснабжения здания. Как правило, избыток тепла в одной из комнат квартиры выводится наружу через открытые форточки.

Только 100%-я утилизация тепла внутренних источников и солнечной энергии позволила бы компенсировать теплопотери здания и обойтись без системы отопления. Таким образом, приточно-вытяжная вентиляционная система с рекуперацией тепла уходящего из помещений воздуха и есть ключ к энергоэффективному дому.

### Шкала комфортности строительных материалов

Что же касается материала для возведения стен жилых зданий, то за эталон комфортности (по 20-балльной шкале) принята стена из деревянного бруса — 1 балл, тогда стена из керамического кирпича оценивается в 3–4 балла, из ячеистого бетона — в 6–7 баллов, из силикатного кирпича — в 10–12 баллов, из железобетона — в 18–20 баллов.

Также непонятно, почему разработчики столь шумевшего СНиПа до сих пор хранят молчание по поводу того, что этот документ отменен. Привожу выдержку из письма №08-223 от 25.08.04 Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации: «...*Департамент технического регулирования и метрологии считает возможным отметить, что строительные нормы и правила Российской Федерации СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий», принятые постановлением Госстроя России от 26.06.03 №113, не действуют, т.к. согласно письму Минюста России от 18.03.04 №07/2964-ЮД, указанному постановлению, утвердившему данные СНиПы, отказано в государственной регистрации. Исходя из изложенного, требования, установленные в СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий», не являются обязательными к исполнению...*». Письмо подписано заместителем директора Департамента С.Л. Коржневой.

Нет материалов только плохих или только хороших. Есть материалы, применяемые непродуманно. ■

1. Ясина Ю.Д. Пенополистирол. Ресурс и старение материала. Долговечность конструкций / Ю.Д. Ясина, В.Ю. Ясина, А.В. Ли // Строительные материалы, №5/2002.
2. Вредные вещества в промышленности. Т. 2. Органические вещества. — Л.: Химия, 1976.
3. Справочник для химиков, инженеров и врачей / Под общ. ред. засл. деят. науки, проф. Н.В. Лазарева и д.м.н. Э.Н. Левиной. Изд. 7-е, перераб. и доп. — Л.: Химия, 1976.
4. Зимницкая Л.П. Животные. Токсикология высокомолекулярных материалов и химического сырья для их синтеза / Л.П. Зимницкая, И.Л. Крынская, И.З. Крынская, Е.И. Комарова, Л.И. Петрова, Л.В. Сухарева — Л.: Химия, 1966.
5. Джежев А.М. Человек. Гигиена труда при переработке пластмасс методом литья под давлением / А.М. Джежев. Автореф. канд. дисс. — М., 1966.
6. Методические указания по проведению предупредительного санитарного надзора в производстве полистирола методом непрерывной блочной полимеризации, а также изделий из полистирола (пленок, нитей). Утв. ГСИ СССР 24/IV, 1964, №471–64.
7. Защита от вдыхания выделяющихся летучих соединений и пыли. Защита кожи. Токсикология высокомолекулярных материалов и химического сырья для их синтеза / Под ред. проф. С.Л. Данишевского. — Гос. научн.-иссл. ин-т полимеризационных пластических масс. — Л.: Химия, 1966.

# ПОДПИСКА НА 2009 ГОД



**Уважаемые читатели, предлагаем Вам оформить подписку на журнал «С.О.К.» («Сантехника. Отопление. Кондиционирование») на 2009 год. Вы можете сделать это во всех почтовых отделениях, альтернативных агентствах, а также непосредственно через редакцию журнала.**

В новом году, как и прежде, «С.О.К.» обеспечит Вас информационно-аналитическими материалами, расскажет о современных тенденциях в сфере сантехнического, отопительного и климатического оборудования. Особое внимание мы уделяем стратегии продвижения на рынок новых технологий и брендов, а также формированию цивилизованного рынка инженерного оборудования в России.

Журнал «С.О.К.» издается с января 2002 года и на сегодняшний день является самым востребованным изданием в среде профессионалов. Являясь независимым изданием и работая с широким кругом авторов, наш журнал публикует профессиональные и компетентные мнения по каждой обсуждаемой теме.

Информация, которую Вы получите из журнала «С.О.К.», — гарантированно достоверная, свежая, полная и уникальная. Помните, что в наши дни информация — залог успеха! И именно наш журнал своевременно обеспечит Вас качественной и нужной информацией.

Журнал распространяется только по подписке. Для оформления подписки воспользуйтесь прилагаемой заявкой или получите счет на подписку в режиме on-line на официальном сайте журнала [www.c-o-k.ru](http://www.c-o-k.ru).

По возникшим вопросам обращайтесь в отдел распространения Издательского Дома «Медиа Технолоджи».

**Тел/факс: (499) 135-98-57, 135-99-82**

**E-mail: [media@mediatechnology.ru](mailto:media@mediatechnology.ru)**

С наилучшими пожеланиями,  
коллектив редакции журнала «С.О.К.»

Извещение

Получатель: ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»  
ИНН 7736213025  
р/с 40702810500000270959  
в АКБ «РОСЕВРОБАНК» (ОАО) г. Москва  
к/с 3010181080000000777  
БИК 044585777

Плательщик (ФИО)

Адрес (с индексом)

Кассир

Назначение платежа	сумма
Подписка на журнал «С.О.К.» — «Сантехника. Отопление. Кондиционирование» на 2009 год (№№ 6-12 ИЮНЬ-ДЕКАБРЬ)	1386 руб. 00 коп.
Подпись плательщика	

Квитанция

Получатель: ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»  
ИНН 7736213025  
р/с 40702810500000270959  
в АКБ «РОСЕВРОБАНК» (ОАО) г. Москва  
к/с 3010181080000000777  
БИК 044585777

Плательщик (ФИО)

Адрес (с индексом)

Кассир

Назначение платежа	сумма
Подписка на журнал «С.О.К.» — «Сантехника. Отопление. Кондиционирование» на 2009 год (№№ 6-12 ИЮНЬ-ДЕКАБРЬ)	1386 руб. 00 коп.
Подпись плательщика	

## ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ

### УСЛОВИЯ ПОДПИСКИ:

Редакционная подписка дает возможность гарантированного получения журнала почтой в индивидуальном конверте. Для оформления подписки необходимо перечислить в любом отделении Сбербанка РФ на расчетный счет ООО Издательского дома «Медиа Технолоджи» соответствующую сумму. Для этого используйте уже заполненный прилагаемый бланк.

**Внимание! Правильно и полностью укажите адрес доставки журнала.**



Посвящая себя будущему

testo 327



Теперь с опцией



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

Включает все основные функции, такие как:

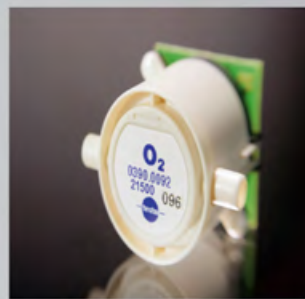
расчет КПД, потерь тепла с дымовыми газами, измерение концентрации  $O_2$ ,  $CO$ , расчет концентрации  $CO_2$  и измерение тяги, раздельное измерение температуры окр. среды, 8 видов топлива заложено в прибор, опция Bluetooth



Прочный и защищенный от повреждений, благодаря защитному кожуху из эластомера



Один разъем для быстрого подсоединения зонда



Срок службы сенсоров до 3 лет



Измерительные ячейки легко могут быть заменены пользователем



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



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



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

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

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

Российское отделение testo AG - ООО "Тэсто Рус" Тел.:(495)788-98-11; Факс:(495)788-98-49; info@ testo.ru; www.testo.ru

На правах рекламы

Товар сертифицирован



# Артерии жизни

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

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

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

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



Розничные магазины «Мастер-Сантехник»

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