

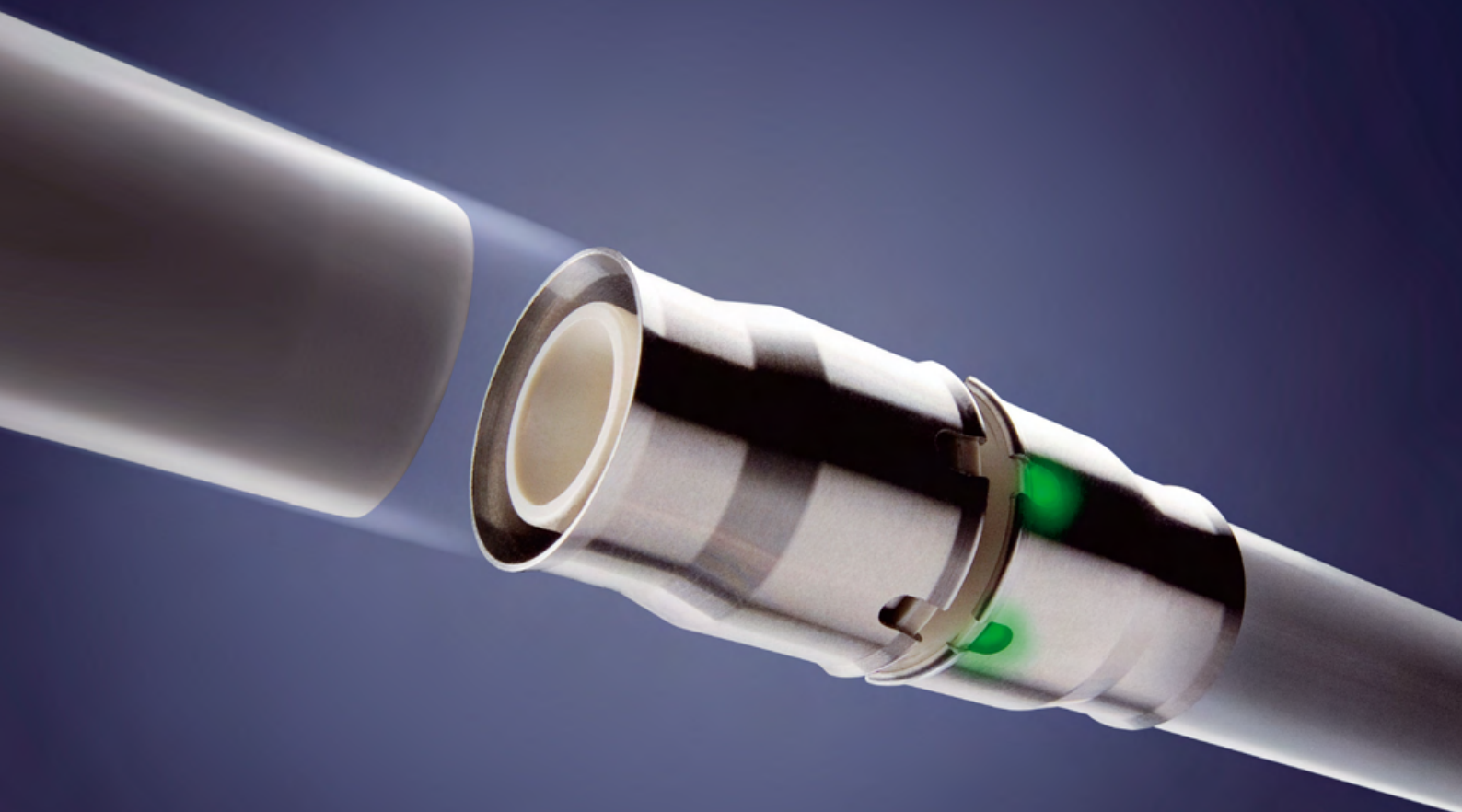
сантехника, отопление, кондиционирование



№3²⁰¹⁰
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

FRÄNKISCHE



alrex-plus – соединяем трубы... легко

ООО ФРЭНКШЕ РУС, Россия, 125167 Москва, 4-я улица 8-го Марта, 6А, бизнес-центр "Аэропорт",
тел./факс: +7 (495) 649-10-33, E-mail: info@fraenkische-ru.com, Интернет: www.fraenkische-ru.com

Реклама



30

Классификация
полимерных
труб



60

Электрические
инфракрасные
обогреватели



66

Расчет
комбинированных
VRF-систем

Почему Vaillant?

Потому что немецкие инженеры делают не только автомобили.



Vaillant – традиционное немецкое качество с 1874 года

Компания Vaillant постоянно модернизирует отопление уже более 135 лет. Мы прошли долгий путь изобретений – от первых газовых водонагревателей до современной техники на базе возобновляемых источников энергии. При этом сохранение традиционного немецкого качества оборудования Vaillant остаётся по-прежнему нашим приоритетом. Vaillant. 15 лет в России. Техническая поддержка для специалистов круглосуточно.

Подробная информация на сайте www.vaillant.ru или по телефону горячей линии (495) 921 45 44

■ Отопление ■ Горячая вода ■ Новые виды энергии

 **Vaillant** думает о будущем.

ВЫБИРАЙ КАЧЕСТВО!

COMPIPE™
МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫЕ ТРУБЫ

Современный комплекс по производству металлополимерных труб Compipe™ расположен в г. Кашира Московской области.

Для производства используются последние достижения в области экструзии известной швейцарской компании Maillefer и технология TIG-сварки немецкой компании Dreistern.

На сегодняшний день завод «Кашира-Пласт» производит два вида металлополимерных композитных труб Compipe™:

1. PEX-b /AL /PEX-b – предназначены для радиаторного отопления, горячего и холодного водоснабжения, технологических трубопроводов и систем водоподготовки. Благодаря высоким эксплуатационным характеристикам, трубы PEX-b/AL/PEX-b используются в высокотемпературных системах и имеют максимальную термостойкость к пиковым нагрузкам.



2. PERT/AL/PERT – предназначены для горячего, холодного водоснабжения и напольного отопления. Благодаря особой молекулярной структуре, PERT обладает повышенной термостойкостью и прочностью. При этом гибкость, присущая обычному полиэтилену, сохраняется, облегчая монтаж системы.

- **Максимальная рабочая температура 95°C**
- **Максимальное рабочее давление 10 бар**
- **TIG-сварка «встык»**
- **Европейское сырье высокого качества**
- **Современное высокопроизводительное оборудование**
- **Непрерывный контроль качества на всех этапах производства**
- **Срок эксплуатации 50 лет**
- **Гарантия 10 лет**
- **Продукция сертифицирована и застрахована**



КАШИРА-ПЛАСТ

ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ

**115114, г. Москва,
ул. Кожевническая, д.7, стр. 1
Тел./факс: +7 (495) 956-28-69
e-mail: info@compipe.ru
<http://www.compipe.ru>**



На правах рекламы. Товар сертифицирован.

Леопард

Настенный
газовый котел
с битермическим
теплообменником

- Мощность 8,5 - 23 кВт
- Битермический теплообменник
- Постоянный контроль температуры ГВС
- Плавное модулирование мощности
- Газовая модуляционная горелка
- Автодиагностика
- Погодозависимая автоматика
- 5-литровый расширительный бак
- Контроль отвода продуктов сгорания
- Защита от замерзания
- Функция «Зима-Лето»





Закономерности функционирования гидрозатворов внутренней канализации 14

Предлагаемые на рынке гидравлические затворы имеют перепады между ветвями приема и отвода канализационных стоков в диапазоне 40–100 мм. Дополнительно, указанный диапазон может существенно изменяться. Таким образом, полной ясности в закономерностях функционирования гидравлических затворов внутренней канализации пока не существует.



Водяные полотенцесушители в системах отопления и ГВС 56

До 1990-х гг. мало кто обращал особое внимание на изогнутую трубу, расположенную на стене или под умывальником в ванной комнате. Правда, наиболее «продвинутые» жители где-то добывали дефицитные хромированные «трубы» и очень гордились ими. Большинство же довольствовалось крашенными U/M-образными изделиями и не задумывалось об их красоте.



Современные дымоходы: классификация и монтаж 48

Задымление, обратная тяга и, наконец, пожар — все это может произойти в результате непродуманного и безответственного отношения к дымоходу, от правильного монтажа и качества которого зависит эффективность отопления, долговечность и безопасность вашего дома. Дымоходы изготавливают из кирпича, бетона и даже стекла, но в нашей статье речь пойдет о стальных.

НОВОСТИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ 4

ВЫСТАВКИ

[Aqua-Therm'2010 — стимул к развитию](#) 10

САНТЕХНИКА

[Функционирование канализационных затворов](#) 14

[Насосное оборудование в ликероводочной и пивоваренной промышленности](#) 22

[Особенности подбора циркуляционного насоса](#) 26

[Полимерные трубы. Классификация и назначение](#) 30

[Магнитная обработка воды против накипи](#) 34

[Расчет максимального слоя осадка на фильтре](#) 36

ОТОПЛЕНИЕ

[Отопление и горячее водоснабжение на новый лад](#) 39

[О «диагностических» функциях приборов учета](#) 40

[Организация учета газа по измерительным комплексам потребителей](#) 42

[Современные дымоходы: классификация и монтаж](#) 48

[Связь температуры и мощности отопления с площадью остекления](#) 52

[Полотенцесушители водяные в системах отопления и ГВС](#) 56

[Инфракрасные электрообогреватели](#) 60

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

[О пофасадной подаче приточного воздуха](#) 65

[Безопасность VRF-систем для пользователей](#) 66

[Системы вентиляции и осушения воздуха для бассейнов](#) 68

[Климатические системы: воздухообмен в помещении](#) 72

[Необходимость осушения воздуха и оценка профицита влаги](#) 78

[Кто ответит за духоту в помещении](#) 84

ЧИТАТЕЛЬ СПРАШИВАЕТ 88

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

[Энергоэффективность: руководство к действию](#) 90

[Тенденции в защите окружающей среды](#) 92



Связь температуры и мощности отопления с площадью остекления 52

Традиционные представления о единой для всех случаев расчетной «пятидневочной» наружной температуре для определения теплопотерь, сформированные сто лет назад, никак не учитывают теплофизическую природу потерь теплоты разными ограждениями, современную площадь остекления и поэтому содержат методические ошибки. Это особенно важно при современном увеличении архитекторов остеклением многих общественных зданий.

Читатель спрашивает 88

Редакция журнала «С.О.К.» получает много писем — инженеры интересуются задачами, которые им приходится решать в рамках своей специальности. Связано это с разнообразием и сложностью объектов проектирования, с недостатком времени, иногда квалификации и, главное, серьезной литературы с обоснованием расчетов. Идя навстречу читателям, редакция предлагает новую рубрику.



«С.О.К.» №3/99 2010 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

Админ. электронной
версии журнала
Алмаев Ренат

Отдел рекламы
Строганов Сергей

Дизайн и верстка
Головки Роман

Электронная
версия журнала
www.c-o-k.ru

Дискуссии
профессионалов
www.forum.c-o-k.ru

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

■ GRUNDFOS

Россию «оцифруют»



На всей территории России в течение пяти лет необходимо осуществить переход на цифровое телевидение. С таким требованием выступил президент Дмитрий Медведев на ежегодном обращении к Федеральному собранию. Сегодня, по словам главы государства, наша страна занимает лишь 63-е место в мире по уровню развития инфраструктуры связи. «Это очень плохо. Очевидно, что без изменений в этой сфере мы не сможем двигаться дальше», — подчеркнул он. Концепция программы по переходу на цифровое вещание телевидения и радио уже утверждена правительством в сентябре прошлого года. Ее целью является создание единого информационного пространства на основе повсеместного перехода на цифровое телерадиовещание. Власти решили, что федеральный бюджет оплатит 62 % расходов, остальное — на плечах регионов и внебюджетных источниках. Основная часть денег (27,13 млрд руб.) будет потрачена на модернизацию инфраструктуры и строительство наземной сети цифрового вещания государственного оператора связи.

Одним из основных поставщиков цифровых передатчиков выбрана новосибирская компания ООО «НПП Триада-ТВ», работающая на этом рынке с 1992 г. Надежды на хорошее качество передатчиков вселяет и тот факт, что производить составляющие для них будут также компании «со стажем». К примеру, насосы для систем жидкостного охлаждения будут от компании Grundfos — ведущего мирового производителя насосного оборудования. Эта составляющая очень важна, т.к. современные передатчики требуют все более сильного охлаждения из-за постоянного увеличения мощности транзисторов, а на сегодняшний день самым эффективным способом отвода тепла от них является использование жидкостных систем.

«Мы не просто занимаемся поставкой — мы еще и даем гарантии. Поэтому обязательно выбираем оборудование надежное, — сообщает Борис Кива, специалист компании ЗАО «Сибпромпорт» (г. Новосибирск), поставщик насосного оборудования Grundfos. — К нам еще не поступило ни одной претензии по по-

воду систем охлаждения. Горизонтальные насосы очень хорошо показали себя в процессе эксплуатации. Начиная с 2006 года, более чем в 30 городах России нами было установлено 284 насоса фирмы Grundfos типа СН и СН1 на телерадиопередатчики компании «НПП Триада-ТВ». Охват страны цифровым вещанием планируется завершить к 2015 г.

■ VISSMANN

Итоги 2009 года

Несмотря на мировой экономический кризис, компания Viessmann смогла в 2009 г. достичь хороших показателей: ее годовой оборот составил 1,6 млрд евро. По сравнению с прошлым годом это, однако, означает снижение на 5,9%, т.е. на 100 млн евро, почти половина из этой суммы приходится на инфляцию валют. Главные потери поджидали производителя в Восточной Европе, Турции и Испании. В Германии оборот увеличился на 2% и достиг 740 млн евро. Если брать только продажи отопительной техники производителя, то увеличение оборота составило целых 4,5%, что значительно превышает общий трехпроцентный средний рост на рынке. Доля продаж оборудования Viessmann на внутреннем рынке составила 46% (в прошлом году — 42%). Количество проданных отопительных котлов на внешнем рынке снизилось на 15% до 7,6 млн шт., на внутреннем рынке в Германии, напротив, увеличилось на 3% и достигло 638 тыс. шт. Положительная динамика наблюдалась исключительно за счет увеличения продаж газовых и жидкотопливных котлов, преимущественно конденсационных, доля которых на немецком рынке составляет две трети. Другие категории отопительного оборудования в прошедшем году свою долю рынка несколько потеряли: тепловые насосы (–12%), котлы на биомассе (–25%), а также установки, использующие солнечную энергию (–26%). Это объясняется, с одной стороны, снижением покупательской способности населения из-за финансового кризиса,



а с другой — снижением цен на традиционные энергоносители, такие как газ и нефть. Несмотря на то, что динамика продаж оборудования для использования возобновляемых источников энергии пошла на спад, Viessmann не планирует отказываться от работ в этом направлении. Расходы на развитие и исследования составили в прошлом году 4% от оборота. Инвестиции общим объемом 70 млн евро пошли, в основном, на обустройство нового товарного склада в Аллендорфе (Allendorf), откуда может осуществляться до 70% ночных перевозок по Германии. Помимо этого, в 2009 г. в г. Дачан (Dachang, Китай) в эксплуатацию был введен новый завод по производству вакуумных трубчатых коллекторов. Средства также были вложены в расширение структуры международного сбыта с представительствами в городах Дюссельдорф (Düsseldorf), Кобленц (Koblenz), Херфорд (Herford) и Данциг (Danzig), а также в сооружение в Аллендорфе установки по производству биогаза, которая будет вырабатывать до 2,7 млн кВт·ч электроэнергии и тепла ежегодно. Превращение биогаза в энергию осуществляется в блочной электростанции производства ESS, входящего в группу компаний Viessmann. Электрическая мощность установки — 190 кВт, тепловая — 238 кВт. В результате такого повышения энергоэффективности планируется сэкономить до 40% энергии из невозобновляемых источников и сократить выбросы углекислого газа в атмосферу на 30%.

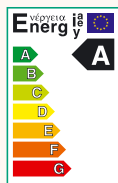
Приобретение компанией Viessmann в 2009 г. ведущего немецкого производителя установок для производства биогаза Schrack Biogas AG с годовым оборотом 68 млн евро значительно расширило ее возможности как поставщика энергоносителей и полного ассортимента услуг в области отопления.

В 2010 г. компания Viessmann ожидает небольшое уменьшение доли на немецком рынке, на мировом рынке прогнозируется расширение влияния примерно на 1%. Рост оборота в этом году планируется на уровне 5%, акцент делается на внедрение новых продуктов, конденсационной техники и комплексных предложений по всем видам энергоносителей.

Фото компаний-производителей.

■ Unitherm Haustechnik GmbH

Новый циркуляционный насос Unitherm



В апреле 2010 г. компания Unitherm, продолжая расширять ассортимент своего оборудования, выпустила на рынок модернизированную линейку циркуляционных насосов для систем отопления серии UPE...EK с мокрым ротором и керамическим валом. На немецком рынке насосы этой модели уже продаются с осени 2009 г.

Новые насосы соответствуют требованиям немецкого экологического законодательства и благодаря использованию новейшей технологии электронной коммутации и одобрены немецким правительством для использования в программе энергосбережения. Все насосы серии UPE...EK имеют высший класс энергосбережения «А». Так, минимальное потребление электроэнергии в самой распространенной модели UPE 25-40 EK составляет всего 3 Вт (!), максимальное — 23 Вт.

Насосы оснащены дисплеем, на котором отображается текущее энергопотребление (в ваттах) и работа в ночном режиме. Последняя опция подразумевает активацию встроенной возможности насоса автоматически переходить в режим снижения потребления электроэнергии в ночное время, используя данные регулятора отопления.

Насосы имеют максимальный напор 4 м или 6 м, проходное сечение — DN 15, 20, 25 и 32 и поставляются как в стандартном исполнении (180 мм), так и в компактных вариантах (130 и 110 мм).

Новыми энергоэффективными моторами могут также быть оснащены циркуляционные насосы для систем ГВС серии UPW и чугунные насосные группы Uni-Block G.

Новые насосы работают по технологии электронного регулирования частоты вращения или электронной коммутации. Она базируется на микропроцессорном управлении, обеспечивающем экономию энергии до 80% по сравнению с обычными насосами при той же мощности. Эта система позволяет получить более высокую частоту вращения и, таким образом, повышенную производительность.

Насосы осуществляют плавное электронное регулирование частоты вращения с двумя режимами (по постоянному напору или пропорциональное), которые можно выбрать простым нажатием кнопки на лицевой панели. Индикация выбранного режима производится на встроенном дисплее.

Корпус насоса изготовлен из серого чугуна с особым антикоррозийным покрытием черного цвета, выполненным методом катафореза; корпус мотора — из неокрашенного алюминия. Рабочее колесо имеет особую конструкцию, позволяющую удалять воздух из насоса. Полый керамический вал вращается на керамическом подшипнике, смазываемом перекачиваемой жидкостью. Новинка будет представлена на выставке SHK'2010 в Москве на стенде А 12/В11 в зале 2.2.

■ TESTO

Testo 340 — новая технология анализа дымовых газов от Testo

В связи с ростом цен на энергоносители все более актуальным становится вопрос о необходимости в мониторинге КПД топливосжигающих установок посредством измерений выбросов. Новейшая разработка компании Testo AG — портативный измерительный прибор нового поколения — анализатор дымовых газов testo 340. Практичный, легкий в эксплуатации анализатор идеально подходит для решения задач в самых различных областях применения.

Портативный измерительный прибор testo 340 обладает следующими преимуществами: уникальная функция расширения измерительного диапазона позволяет проводить



непрерывные измерения даже при высоких концентрациях газа, дооснащение анализатора тремя дополнительными сенсорами, «онлайн»-измерения до двух часов, параллельное измерение дифференциального давления, компактный дизайн прибора. Все это делает testo 340 идеальным анализатором для выполнения пусконаладки, сервисного и технического обслуживания горелок, стационарных двигателей, турбин.

Стандартный комплект testo 340 оснащен сенсором O₂. Пользователь может выбрать трех дополнительных сенсоров дымовых газов: CO, CO_{низ}, NO, NO_{низ}, NO₂ или SO₂, а также выполнить их замену непосредственно на месте замера, что позволяет добиться оптимальной гибкости в зависимости от области применения и задачи измерения.

Важным преимуществом является возможность сохранения в памяти прибора данных калибровки газовых сенсоров, что позволяет избежать сложной калибровки с помощью поверочного газа. Мощный мембранный насос с автоматическим управлением обеспечивает большую универсальность при проведении измерений на различных системах. В зависимости от области применения, можно выбрать конфигурацию из 18 стандартных и 10 дополнительных видов топлива. Различная длина измерительных наконечников газоотборных зондов, разные диаметры и диапазоны температур обеспечивают высокий уровень эксплуатационной гибкости для всех областей применения.

testo 340 оснащен различными техническими функциями, обеспечивающими безопасность и эффективность в процессе сервисного обслуживания промышленных горелок, например, отображение коэффициента избытка воздуха и КПД на дисплее прибора, расширение диапазона измерений и автоматическая защита сенсора от перегрузки без необходимости в прерывании процесса измерений. Беспроводное подключение через Bluetooth 2.0 к принтерам testo и прямая передача данных на ПК — дополнительными возможностями нового testo 340. С помощью удобного русифицированного ПО «easyEmission» пользователь может редактировать, сортировать по файлам и управлять данными измерений.



■ «ЭГОПЛАСТ»

Трубы Polytron-ProKan надежны в любых условиях

Канализационные трубы Polytron-ProKan единственные в России выдержали испытания на сейсмостойчивость! Для чего нужны такие испытания? Основная цель — выяснить надежность всей системы (труб и соединительных элементов) и возможность ее применения в районах с повышенной сейсмической активностью. Испытания проводились в лаборатории сейсмостойких конструкций Центра исследований сейсмостойкости ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. Система Polytron-ProKan проходила проверку на виброплатформе, которая имитировала землетрясение: ударные и вибрационные нагрузки. Трубы Polytron-ProKan, выпускаемые российским заводом «Поли-трон», с легкостью выдержали аналог землетрясения в 7–9 баллов. В настоящее время это единственные отечественные системы для наружной канализации, успешно прошедшие испытания. Все дело в особой конструкции раструбного соединения, специальной форме уплотнительного кольца (за счет этого система выдерживает максимальное избыточное давление до 2 бар) и возможности компенсации подвижек в раструбе.



Отличительными чертами этих труб являются эластичность, малый вес и высокая жесткость (их можно применять без специальных защитных конструкций даже для строительства канализационных сетей, расположенных под дорогами с высокими динамическими нагрузками; класс кольцевой жесткости — SN8). Система выдерживает максимальную кратковременную температуру до +100 °С, а также функционирует при низких температурах, при этом трубы сохраняют эластичность.

Закключение экспертов лаборатории сейсмостойких конструкций Центра исследований сейсмостойкости ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко подтверждают, что трубы Polytron-ProKan без каких-либо конструктивных изменений можно использовать в строительстве объектов, расположенных в районах с повышенной сейсмической активностью.

■ «ФОРТЕ»

Электрические накопительные водонагреватели плоской формы



Компания «Форте» рада сообщить о начале поставок нового продукта своей ассортиментной линейки — электрических накопительных водонагревателей Oasis серии Plain. Плоская форма, бак из нержавеющей стали, стильный дизайн, технические характеристики, соответствующие передовым технологиям российского рынка — это то, что так любят и хвалят наши партнеры и покупатели. А «Форте» всегда динамична и следует последним требованиям рынка, слышит пожелания своих потребителей. Нам важно, чтобы вся продукция Oasis была желаемая и приносила только положительные эмоции своим владельцам. Новые водонагреватели представлены объемами 30, 50, 80 и 100 л, в двух цветах: белый и зеркальный.

Преимуществами водонагревателя Plain являются: уникальная внутренняя конструкция — двойной бак; корпус и внутренний бак выполнены из нержавеющей стали; магниевый анод, обеспечивающий защиту бака и нагревательного элемента от электрохимической коррозии; высокоэффективная экологически чистая теплоизоляция; медный нагревательный элемент высокой мощности, способствующий быстрому нагреванию воды, что значительно сокращает теплопотери и экономит электроэнергию; надежная система защиты от перегрева; автоматическое поддержание заданной температуры, возможность ее визуального контроля; возможность распределения воды по нескольким водопроводным точкам одновременно. Гарантия на внутренний бак — 5 лет.

■ «ДЮРР»

Есоруре СТО от «Дюрр»

Подразделение Природоохранные и энергосберегающие системы компании «Дюрр» (Dürr) представляет новую серию компактных установок Есоруре СТО (Compact Thermal Oxidation) для очистки небольших потоков от-

работанного воздуха, созданную на базе уже зарекомендовавшей себя на практике технологии Есоруре RTO. Директива ЕС об ограничении выбросов летучих органических соединений выполняется не только в Германии, но и по всей Европе. Поэтому промышленные предприятия даже с малым объемом отработанного воздуха заинтересованы в решениях, позволяющих выполнять директиву.

Подразделение Природоохранные и энергосберегающие системы компании «Дюрр» разработало на базе регенеративной установки очистки отработанного воздуха (RTO) концепцию «лин-лайн». В рамках данной концепции была создана компактная установка Есоруре СТО, предназначенная для очистки небольших потоков отработанного воздуха. Установка Есоруре СТО способствует сокращению инвестиционных и эксплуатационных издержек и отличается максимальной гибкостью и минимальными габаритами. Данная установка предлагается в пяти габаритных вариантах с производительностью очистки отработанного воздуха от 1500 до 15 000 м³/ч. Каждый из габаритных вариантов может быть поставлен в двух видах: как особо экономичная двухкамерная модель и как трехкамерная модель для высокоэффективной очистки. Все компоненты, начиная с резервуаров и горелок вплоть до вентилятора и распределительного щитка, поставляются в заводской сборке, что обеспечивает высокое качество производства и быстрый бесперебойный монтаж на месте. Для всего процесса — с момента доставки до пуска в эксплуатацию — требуется всего три-четыре дня, включая обучение персонала. В случае особо компактных установок Есоруре СТО100 инсталляция занимает еще меньше времени. Этот тип установок с максимальной производительностью в 6000 м³/ч поставляется единым блоком под ключ и полностью входит в стандартные грузовые контейнеры. Под установку Есоруре СТО100 требуется всего лишь 13 м² площади. Компактные установки Есоруре СТО компании «Дюрр» отлично подходят для очистки отработанного воздуха в полиграфической, фармацевтической и химической промышленности и производстве покрытий, в области производства пластмасс, в процессах окраски и во многих других областях.



Фото компаний-производителей.

■ UPONOR

Результаты 2009 года

Компания Uponor подвела итоги 2009 г. в России. Несмотря на сложные экономические условия прошедших двенадцати месяцев, Uponor продолжал развивать и совершенствовать свои технологии, продукты и услуги. В ушедшем году компания представила на российском рынке свои инновационные решения, обрела новых партнеров и реализовала множество ярких знаковых проектов.

В 2009 г. на российском рынке появилась новая система фитингов Uponor MLC Riser System. Входящие в нее 27 фитингов образуют более 300 комбинаций, достаточных для реализации любого технического решения в трубах диаметром 25–110 мм. Меньшее количество фитингов увеличивает возможности системы, сокращает затраты на хранение и транспортировку, а их соединения с трубами теперь могут быть опрессованы прямо на рабочем столе, что особенно актуально при монтаже труб большого диаметра. Riser System используется как на новых объектах, так и при реконструкции: так, она была установлена в системе водоснабжения гостиницы на Вознесенском в Санкт-Петербурге, а также при замене инженерных систем водоснабжения и канализации на речных судах пассажирского флота («Киров», «Пахомов»).

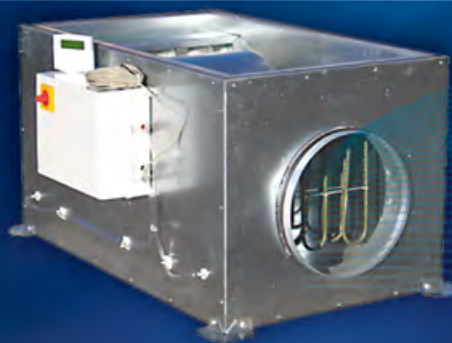
В 2009 г. Uponor принял участие в строительстве одного из крупнейших инвестиционно-строительных проектов в Европе — многофункционального комплекса «Город столиц», являющегося частью ММДЦ «Москва-Сити». Проект включает в себя две башни, названные в честь Москвы и Санкт-Петербурга, высотой 73 и 62 этажа, соответственно. В настоящее время башня «Москва» уже является высочайшим зданием в Европе.

В декабре 2009 г. знаменитая скульптурная группа «Рабочий и колхозница» после реставрации была вновь установлена на своем историческом месте у Северного входа в ВВЦ. Специально для этого шедевра соцреализма был заново отстроен огромный постамент, внутри которого разместился выставочный зал общей площадью более 8000 м² и вместимостью до 5 тыс. человек. Бесперебойную работу выставочного зала обеспечивает система снеготаяния Uponor, установленная в основании постаментов и на входной группе. Она в автоматическом режиме при любых погодных условиях поддерживает оптимальную температуру на поверхности объекта, удаляя выпавший снег и предотвращая обледенение. Всего в ходе реставрации монумента было использовано около 10 км труб Uponor. Выбор системы Uponor для этого уникального проекта был обусловлен техническими преимуществами продукции компании.

■ В Уфе установлен рекорд по энергоэффективности

В феврале 2010 г. руководство сервисно-учебного центра «Биатлон» (г. Уфа) подвело итоги программы по энергосбережению. За ноябрь 2009 г. — февраль 2010 г. затраты на отопление спортивного комплекса сократились до 15 % за счет снижения теплопотерь. Согласно исследованию специалистов центра, подобная энергоэффективность в зимнее время стала рекордной для региона. Достичь ее позволила установка пластиковых окон на основе профиля Proplex-Optima.

«Наш центр стал уже дважды уникальным! Во-первых, по своей конструкции. Это единственный в мире комплекс, где есть отапливаемые вакс-комнаты. Там спортсмены смазывают лыжи перед стартом. Во всем мире еще используют холодные передвижные вагончики. Во-вторых, мы установили региональный рекорд по энергосбережению. Уменьшить теплопотери помогли энергоэффективные оконные конструкции. Зимой в Уфе температура опускается ниже минус 35 градусов. Окна же сберегли тепло, тем самым мы сэкономили на отоплении», — прокомментировал Финас Шарипов, главный инженер СОК «Биатлон».



Soler&Palau
Ventilation Group

представляет

CAIB

компактные приточные установки

- 4 типоразмера;
- производительность от 1000 м³/ч до 3500 м³/ч;
- встроенная система управления;
- теплозвукоизоляция толщиной 50 мм;
- 2-х скоростные вентиляторы;
- фильтр класса G4;
- электрический или водяной воздухонагреватель;
- водяной воздухоохладитель.

полная техническая информация

www.solerpalau.ru

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

БЛАГОВЕСТ
вентиляция и кондиционирование

Москва: (495) 645-82-88, 645-82-89;
Санкт-Петербург: (812) 227-42-79, 329-93-93;
Нижний Новгород: (831) 278-49-27, 421-52-37;
Новосибирск: (383) 224-19-38, 224-83-47;
Казань: (843) 236-87-31, 527-66-28;
Воронеж: (4732) 39-64-33;
Оренбург: (3532) 99-59-25;
Астрахань: (8512) 30-86-67, 30-73-74

■ ELECTROLUX

NanoPro — газовая колонка нового поколения



В 2009 г. линейка водонагревательной техники Electrolux расширена новой моделью — газовой колонкой нового поколения GWH 285 ERN NanoPro, разработанной специально для стран Евросоюза, России, СНГ и Балтии. В силу особенностей работы систем центрального водоснабжения в отдельных регионах этих стран, потребители часто испытывают затруднения, связанные с низким давлением воды. При разработке новой газовой колонки инженеры Electrolux акцентировали внимание на этом моменте, поэтому GWH 285 ERN NanoPro работает даже при низком давлении воды: необходимый уровень давления воды для включения составляет всего 0,15 бар. Разработанная с максимальным учетом запросов пользователей, новая газовая колонка от Electrolux станет эффективным решением задачи горячего водоснабжения.

Нанотехнология, давшая название колонке, применена при производстве одного из основных элементов колонки — теплообменника нового поколения, используемого в этой модели. Сам теплообменник произведен из высококачественной меди по уникальной технологии Exothermic. В процессе подготовки материалов медь приобретает особые защитные свойства на молекулярном наноуровне, благодаря чему теплообменник становится максимально защищенным от высоких температур, прогорания и возможности возникновения окислений, а также не требует нанесения дополнительных слоев защиты.

Горелка нового поколения изготовлена из высококачественной нержавеющей стали с использованием меньшего количества сопел увеличенного диаметра. Распределение пламени и зон нагрева в новой горелке стало максимально равномерным. В газовых колонках Electrolux NanoPro применена инновационная технология модуляции пламени под названием Inverter Control, которая позволяет мгновенно реагировать на перепады да-

вления в системе водоснабжения и изменения протока, максимально плавно регулируя и поддерживая заданную температуру нагрева воды. Это серьезное техническое преимущество газовых колонок NanoPro. Дело в том, что у колонок старого поколения при перепадах давления в системе водоснабжения часто возникают затруднения в работе, связанные со ступенчатой модуляцией пламени. В этом случае регулировка температуры воды происходит в течение пяти-семи секунд, в результате чего из крана поступает вода с непостоянной температурой. Технология Inverter Control позволяет непрерывно контролировать температуру нагрева воды в соответствии с заданными требованиями.

В газовой колонке нового поколения GWH 285 ERN NanoPro действует усовершенствованная четырехступенчатая система безопасности, состоящая из термопары, датчика тяги, гидравлического клапана и ионизационного контроля пламени. Кроме того, система безопасности усилена интеллектуальным контролем работы колонки — технологией Intelligent control, которая постоянно проверяет и анализирует работу колонки, а также всех датчиков и электроники.

■ HTS

Опытный проект прецизионного кондиционирования



В Смоленске был запущен тестовый проект по прецизионному кондиционированию контейнера базовой станции БС-526. На высшем уровне осуществить поставку оборудования — не единственная цель специалистов компании HTS. Важно еще и отследить в будущем качество его работы.

В контейнер базовой станции был установлен прецизионный кондиционер FreeAir 2. Это особая энергосберегающая система кондиционирования, которая позволяет поддерживать оптимальные параметры воздуха внутри помещения для нормальной работы оборудования. Управление кондиционеров осуществляется микропроцессором C2020.

Оборудование на базе современных кондиционеров FreeAir 2 производства завода Stulz GmbH (Германия) успешно функционирует на станции оператора сотовой связи ОАО «Мобильные ТелеСистемы».

В контейнере базовой станции была достигнута высокая тепловая эффективность систем естественного охлаждения. Как следствие — реальная экономия энергозатрат базовой станции. Это особенно ценно при строительстве и модернизации сети в рамках построения эффективной экономики предприятия.

HTS выбирает для своих клиентов самое лучшее. А именно, оборудование Stulz, которое на протяжении долгих лет своего существования показывает высокие результаты. Прецизионные кондиционеры с системами естественного охлаждения этой немецкой марки уже успели зарекомендовать себя на объектах крупных операторов связи не только России, но и Европы (Telefonica, Vodafone). Лидеры выбирают качество.

■ «АРКТИКА»

Новые воздухораспределители ЗДКЗ и ЗДПЗ

Компания «Арктика» рада объявить о начале продаж воздухораспределителей ЗДКЗ, в виде круглой панели, и ЗДПЗ, в виде квадратной панели, с патрубками круглого сечения производства завода «Арктос».

Воздухораспределители ЗДКЗ и ЗДПЗ формируют горизонтальную настилающуюся закрученную струю приточного воздуха. Вихревой режим истечения воздуха из закручивателя позволяет повысить коэффициент эжекции окружающего воздуха по сравнению с прямоточными струями. Как следствие, увеличивается интенсивность снижения скорости и выравнивания температуры в струе с температурой помещения. Новые воздухораспределители предназначены для применения, в первую очередь, в помещениях, где требуется повышенная кратность воздухообмена или избыточная температура приточного воздуха $\Delta t \geq 5^\circ\text{C}$.

Воздухораспределители ЗДКЗ и ЗДПЗ состоят из панели, в центре которой размещен лопаточный закручиватель и камеры статического давления (КСД), обеспечивающей равномерное истечение воздуха из воздухораспределителя. КСД имеют боковой или торцевой подвод и обеспечивают равномерное истечение воздуха из воздухораспределителя. Для изменения и регулирования расхода воздуха воздухораспределители ЗДКЗР и ЗДПЗР дополнительно оснащаются регулятором расхода воздуха.

Фото компаний-производителей.

Воздухораспределители изготавливаются из стали и имеют защитное порошковое покрытие. Стандартный цвет — белый (RAL 9016), по заказу возможна окраска в любой цвет по каталогу RAL.

■ BIASI

Новая серия котлов Delta



Biasi Group начинает поставки новых настенных газовых котлов Delta 24 S с закрытой камерой сгорания и Delta 24 A с открытой камерой сгорания, которые являются продолжением хорошо известной серии котлов Delta. Котлы Delta — это компактные высокоэффективные двухконтурные котлы для отопления и ГВС. Номинальная тепловая мощность 24 кВт. Котлы Delta — это идеальный вариант для поквартирного отопления. Котлы имеют отдельные теплообменники, что обеспечивает длительный срок службы.

Котлы Delta оснащены электронной системой управления, имеющей следующие функции: плавная модуляция мощности в режиме ГВС и отопления; диапазон регулировки температуры в режиме отопления 38–85/ 38–45 °С; функция защиты от замерзания; настройка типа газа (метан/пропан); функция защиты насоса и трехходового клапана от блокировки; индикация неисправности датчиков температуры; контроль работы вентилятора по реле разряжения (Delta 24S) и мн. др.

Котельное оборудование Biasi полностью адаптировано для работы в российских условиях, что подтверждается успешным опытом его эксплуатации в России и странах СНГ. Вся

продукция Biasi сертифицирована в РФ и СНГ и имеет все необходимые разрешения для применения.

■ LINDAB

Программные решения Lindab на конференции ABOK

Компания Lindab выступила партнером XI-й международной конференции и выставки «Программное обеспечение для систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, тепло- и холодоснабжения, водоснабжения и водоотведения», которая состоялась 11–12 февраля 2010 г. в Москве. В работе конференции приняли участие специалисты ведущих российских проектных организаций и строительных компаний, работающих в области проектирования и монтажа систем ОВВК.



Компания Lindab, которая занимает лидирующие позиции на европейском рынке программных продуктов для проектирования систем вентиляции, представила вниманию проектировщиков доклад, посвященный комплексу программ по проектированию и расчету систем вентиляции — программам CADvent, DIMcomfort, DIMsilencer и TEKNOsim. В рамках доклада были подробно освещены вопросы проектирования, расчета и балансировки систем, выполнения рабочих чертежей и рабочей документации систем вентиляции в программе CADvent, подбора воздухораспределителей и шумоглушителей для систем вентиляции.

В заключительной части доклада были представлены проекты, выполненные в програм-

ме CADvent лицензионными российскими и европейскими пользователями.

Большой интерес аудитории вызвали различные чертежные и мощные расчетные функции CADvent, возможность легко и быстро вносить изменения в системы, производить перерасчет и создавать спецификации оборудования и материалов. Специалисты компании показали возможность использования дополнительных программ DIMcomfort и DIMsilencer как в связке с программой CADvent, позволяя подобрать воздухораспределители и шумоглушители для создаваемой системы, так и в отдельной, независимой от CADvent установке.


Возможность установки CADvent на AutoCAD MEP и наличие двухстороннего обмена данными между программами является прекрасным решением для пользователей AutoCAD MEP, которые теперь получают возможность передать чертеж в CADvent и произвести расчет систем вентиляции.

■ OSTBERG

Новые низкопрофильные вентиляторы LPKB и LPKBI

Компания Ostberg расширила серию низкопрофильных канальных вентиляторов моделями LPKB и LPKBI. Новые вентиляторы предназначены для установки в вентиляционный канал круглого сечения и выпускаются трех типоразмеров: 125, 160 и 200 мм.


Отличительной особенностью вентиляторов этой серии является компактное исполнение: высота корпуса LPKB всего на 20 мм превышает диаметр присоединяемого воздуховода. Такая конструкция вентиляторов значительно облегчает их монтаж в ограниченном пространстве. Вентиляторы LPKB и LPKBI оборудованы асинхронными двигателями с внешним ротором и уплотненными подшипниками, что увеличивает срок их службы. Регулирование скорости осуществляется в диапазоне от 0 до 100% изменением подаваемого напряжения. Корпус вентиляторов изготавливается из гальванизированной стали. Модели LPKBI дополнительно снабжены слоем изоляции и на входе встроены шумоглушители, что существенно снижает уровень шума.



Производство нержавеющей дымоходов

www.rosinox-flue.ru

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



aqua-therm MOSCOW INTERNATIONAL

developed by  Reed Exhibitions
Messe Wien

AQUA-THERM'2010 – стимул к развитию

Февраль для всех участников рынка инженерных систем — особенный месяц. Казалось бы, обычно в этот период на рынке относительное спокойствие и затишье, строительная отрасль ждет летних авралов и сверхурочных работ, а зимой впадает в спячку. Тем не менее, именно в феврале игроки рынка выходят из снежной летаргии, чтобы собраться на самой значимой и влиятельной профессиональной выставке Aqua-Therm, которая каждый год проходит в Москве в «Крокус-Экспо».



Подготовка начинается задолго до февраля. Самые дальновидные за полгода-год до начала выставки подписывают договоры и арендуют выставочные площади, занимают выгодные места. Осень начинается с работы с дизайнерскими бюро: нужно придумать концепцию стенда, разработать планировку и дизайн, выбрать оригинальную идею, которая наилучшим образом пе-

редаст маркетинговые задачи компании и привлечет посетителей. Нужно предусмотреть наличие переговорных комнат, гардеробов и кладовок, оценить размеры витрин и ответить на тысячу вопросов, которые помогут сделать удобный и привлекательный стенд. Долгие месяцы пройдут в выборе подрядчика, обсуждении вариантов дизайна, внесении корректировок.

В декабре и январе отдыха тоже не предвидится: нужно разрабатывать и печатать полиграфическую продукцию, заказывать сувениры, нанимать промоутеров и закупать необходимые мелочи, проводить обучение стендистов. Последние дни перед началом офис превращается в большой склад: здесь концентрируется все, что нужно отвезти на выставку, идет поиск транспорта и грузчиков, которые в день заезда доставят все на выставку, и можно будет начать настоящую работу, ради которой все эти долгие месяцы шла массированная подготовка.

Итак, февраль, второе число, 10 часов утра. Все три павильона «Крокус-Экспо», отданные под Aqua-Therm'2010, замерли в ожидании посетителей. Затишье, словно перед грозой: тут и там тихо ходят участники, фотографируются на фоне стендов — понимают, что вот-вот начнется, и времени на фотосъемку уже не останется. Посетители уже приближаются к «Крокусу»: едут на машинах и такси, сплошным потоком идут от новой станции метро «Мякинино», которая открылась в конце декабря, и теперь доехать до выставки гораздо легче, чем в прошлые



годы. Появляются очереди у стоек регистрации: все спешат обменять электронные билеты и приглашительные на бэджик посетителя и окунуться наконец в пульсирующую энергетику главной выставки года. Залы заполняются, и выставочные «улицы» уже полны. Aqua-Therm начался!

В этом году Aqua-Therm в очередной раз подтвердил статус ведущего события в индустрии отопления, водоснабжения, сантехники и вентиляции. В трех павильонах разместились 390 компаний из 24 стран. Наиболее заметно были представлены Германия и Франция, создавшие отдельные национальные павильоны и представившие крупнейших производителей ото-



экране шла трансляция футбольных матчей. Добавьте к этому девушек топ-лесс, демонстрирующих образчики бодиарта, и картина стенда будет полной.

Одним из самых оригинальных стал стенд торгового дома «Эгопласт». Расположенный прямо около входа в главный павильон, он был выполнен в виде сцены, стилизованной под орган. Роль органных труб выполняли яркие оранжевые трубы, производимые заводом «Политрон» и поставляемые «Эгопластом». Все дни выставки здесь играла живая музыка: как классические, так и популярные композиции. При этом главным достоинством стенда была его естественность: несмотря на оригинальный дизайн, здесь нашлось достаточно

питательной техники, систем вентиляции и оборудования для бассейнов. Часть выставки была отведена компаниям из Китая: эта страна является заметным игроком рынка, поставляя в Россию самую разнообразную инженерную продукцию, предлагая традиционно низкие цены и впечатляющий ассортимент.

Стремясь привлечь посетителей, участники старались сделать свои стенды максимально заметными и интересными. Одна из компаний, явно ориентируясь на мужскую аудиторию, попыталась создать на стенде вариант идеального места для настоящих мачо: главным объектом они сделали желтый болид «Ламборгини», рядом на большом





место для переговорных зон, витрин с образцами предлагаемой продукции, стендов с ассортиментов ведущих поставщиков. По итогам Aqua-Therm'2010 именно стенд «Эгопласта» был отмечен дипломом «За лучшие инновационные решения в дизайне стенда».

Важная часть работы на выставке — промоутеры: люди, которые раздают листовки, анкетируют людей или раздают сувениры, всеми способами привлекая посетителей на стенд. Aqua-Therm не стал исключением, поражая разнообразием промо-специалистов: от девушек во фраках и цилиндрах до людей, облаченных в костюм ванны и в наряд гигантского мехового унитаза. В привлечении клиентов на стенд все средства хороши, главное — чтобы эти усилия выглядели обоснованными, а промоутеры хорошо знали свое дело, не ленились и не





сбивались в застенчивые стайки. Ведь для посетителей они вовсе не обуза, а дополнительный источник полезной информации, за которой люди и приходят на выставку.

Каждая значимая выставка отличается не только общением на стендах, но и программой обмена знаниями. Семинары и конференции призваны объединить специалистов рынка с начинающими игроками и конечными потребителями, служат для продвижения товаров и профессиональных услуг. Прошедшая в рамках Aqua-Therm'2010 конференция «Инженерные системы. Проблемы и их решения. Технологии» собрала больше сотни слушателей и более десяти докладчиков из ведущих компаний: «Нортех инжиниринг», Vaillant, De Dietrich Thermique, Dow, Sanha и ряд других, не менее известных участников.

Количество посетителей за четыре дня выставки составило 15700 человек. Это намного больше, чем в предыдущие годы. Участники отмечали, что на нынешнем Aqua-Therm'2010 они за день собирали столько же контактов посетителей, сколько на предыдущих выставках накапливалось за все четыре дня работы, а ведь количество контактов — один из главных показателей эффективной работы на выставке.

Все участники сошлись в одном: Aqua-Therm'2010 стал отличной площадкой для продвижения, развитие выставки налицо. Подавляющее большинство опрошенных считают, что поставленные цели достигнуты.

Теперь пора начинать готовиться к Aqua-Therm'2011, чтобы встретить его во всеоружии и получить новый стимул к развитию. □



Комментарии участников выставки Aqua-Therm'2010

Андрей МАЗАН,
компания «Зевс сервис»:

«В сравнении с прошлыми годами выставка стала намного лучше, больше, представительнее. Мы стремились в первую очередь найти клиентов, занимающихся монтажом, пусконаладкой и сервисом, и это удалось: мы привлекли новых партнеров для сотрудничества по программам отопления и водоснабжения».

Хольгер ВЕЛЛИМАНН,
компания КМЕ:

«В последнее время становится все больше выставок по нашей тематике. Было непросто принять решение, в какой выставке участвовать, но мы выбрали «Аква-Терм». Пока рано подводить окончательные итоги, потому что обычно эффект от выставки проявляется в долгосрочной перспективе, но уже сейчас можно сказать, что основные задачи мы выполнили: поддержание имиджа, сохранение контактов с имеющимися клиентами и привлечение новых партнеров. На этой выставке мы презентовали второе издание книги «Медные трубы КМЕ в трубопроводных системах внутри зданий», которая поможет в ежедневной работе нашим клиентам, партнерам, проектировщикам и другим участникам рынка».

ентам, партнерам, проектировщикам и другим участникам рынка».

Ирина ПУЧКОВА,
компания Grotta:

«Главная цель, которую преследуем на выставке — донести до наших клиентов информацию о новой продукции: мы выпустили новую линейку шкафов, которая пользуется большим интересом у посетителей. Кроме того, мы уверены: кого нет на выставке — того нет в бизнесе. Мы участвовали в выставках прошлых лет, поэтому можем сказать, что в этом году намного больше посетителей, клиентов. Впечатление от выставки хорошее, потому что настроение у всех замечательное, в людях много оптимизма. Бизнес процветает несмотря ни на что!»

Владимир КОСТЮК,
компания Viega:

«Все четыре дня выставки были очень насыщенными, интерес к выставке огромный. За последние три-четыре года сильно изменился контингент посетителей. Если раньше большую часть посетителей составляли представители оптовых компаний и владельцы магазинов, то в этом году очень много строителей, монтажников и людей, которые строят что-то для себя. Люди улучшают свои знания и профессиональный опыт, и это не может не радовать».



Функционирование канализационных затворов

Сегодня на российском рынке как отечественными, так и зарубежными производителями предлагается огромное количество гидравлических затворов: отдельных сифонов к санитарно-техническим приборам — раковинам, умывальникам, ваннам, а также санитарно-технических приборов с вмонтированными сифонами — унитазами, биде, трапов. Они сильно различаются по конструкции, материалам, стоимости.

А.А. ОТСТАВНОВ, к.т.н., ведущий научный сотрудник; В.А. УСТЮГОВ, к.т.н., директор ГУП «НИИ Мосстрой»; О.В. УСТЮГОВА, генеральный директор НПО «Стройполимер»

Предлагаемые на рынке гидравлические затворы имеют различные перепады между ветвями, принимающими и отводящими канализационные стоки, примерно в диапазоне 40–100 мм. При использовании в качестве сифонов гофрированных труб указанный диапазон может существенно изменяться, начиная от минимального значения, равного внутреннему диаметру гофрированной трубы. К сожалению, полная ясность в закономерностях функционирования гидравлических затворов внутренней канализации широкому кругу научно-технической общественности до сих пор еще никем не представлена [1].

Гидравлический затвор, представляющий собой U-образную трубку, заполненную канализационными стоками (рис. 1), предназначен для предотвращения поступления канализационных газов из наружной сети канализации в санузел (общественные туалеты) и далее в другие помещения [2].

Одна ветвь гидравлического затвора, расположенная со стороны сантехприбора, постоянно находится под атмосферным давлением P_a , а вторая, присоединенная к стояку, — под давлением P в стояке. Высота гидравлических затворов h_a — высота столба воды в одной из его ветвей, препятствующая проникновению канализационных газов со стороны канализационного стояка. В тех случаях, когда давление в канализационном стояке становится ниже атмосферного на величину $h < h_a$, происходит понижение уровня воды в гидравлическом затворе (в той его ветви, которая находится под атмосферным давлением) на такую же величину h . При этом из второй ветви гидравлического затвора в канализационный стояк выплескивается опреде-

ленный объем воды. Если же давление в канализационном стояке становится ниже атмосферного на величину, несколько превышающую высоту гидравлического затвора, уровень воды в правой его ветви понижается на такую же величину. При этом из ветви, сообщающейся с атмосферой, происходит прощлок воздушного пузыря, который выплескивает в стояк воду, заполняющую левую ветвь гидравлического затвора. Второй, третий и последующие воздушные пузыри, которые следуют за первым с интервалами в несколько секунд, способствуют полному опорожнению гидравлического затвора. Явление безвозвратного уноса в стояк жидкости, заполняющей гидравлический затвор, называется срывом гидравлического затвора.

В результате срыва гидравлического затвора канализационным газам открывается беспрепятственный доступ в помещения. Известно, что канализационные газы в больших концентрациях токсичны, взрывоопасны и потому опасны.

Экспериментально установлено (к.т.н. А.Я. Добромыслов), что срыв гидравлического затвора высотой 60 мм происходит, когда разрежение в канализационном стояке составляет 65 кгс/м^2 (65 мм водн. ст. — 637 Па), срыв гидравлического затвора высотой 80 мм — при разрежении в стояке, равном 90 кгс/м^2 (90 мм водн. ст.), а при меньших значениях разрежений гидравлический затвор не может быть сорван в принципе.

Однако с этим нельзя согласиться в полной мере. Наши наблюдения показывают, что имеются случаи, когда срыв гидравлических затворов может происходить и при меньших разрежениях, чем указано. Это объясняется тем, что при длительном неиспользовании каких-либо санитарно-технических приборов из сифонов, установленных на них, испаряются канализационные стоки, что пропорционально понижает способность каждого сифона к выполнению функций гидрозатвора. При полном испарении канализационных стоков из сифона открывается свободный доступ канализационных газов в санузел. Такое положение недопустимо. Здесь требуется проведение специальных мероприятий. Например, в общественных туалетах часто над одним из групповых умываль-

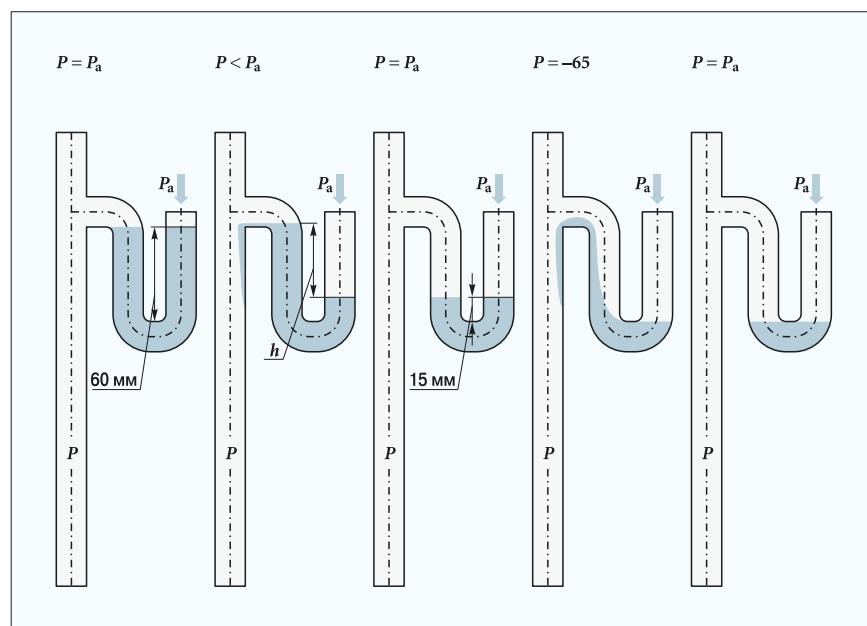
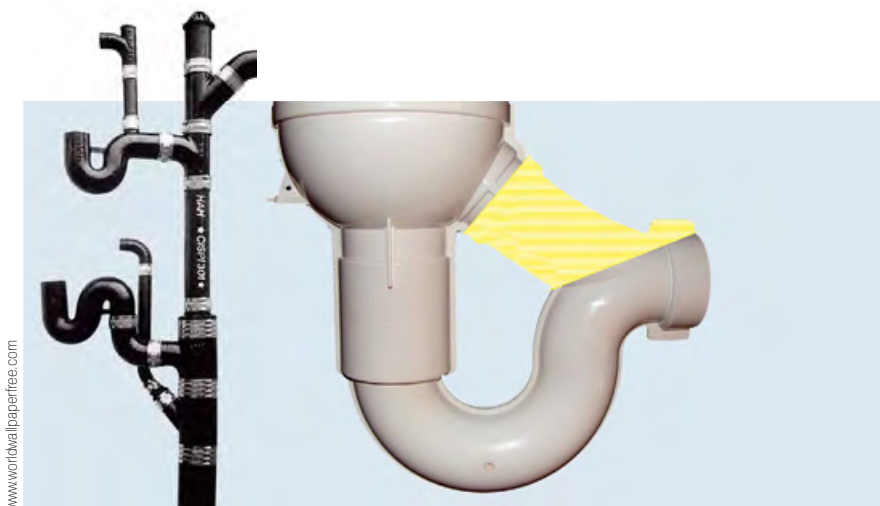


Рис. 1. Заполнение гидравлического затвора при различном давлении в стояке (а — давление в стояке равно атмосферному; б — разрежение в стояке меньше критического; в — срыв затвора при критическом разрежении в стояке)



www.worldpaperfree.com

ников или писсуаров на длительное время вывешивается табличка «в ремонте». Этого недостаточно — надо заклеивать их выпуски скотчем. Унитазы в таких случаях следует отсоединять от канализации и устанавливать вместо них заглушки. Для канализационных трапов имеются специальные устройства [3].

Также замечены случаи, когда срыв гидравлических затворов не происходит при указанных выше разрежениях в канализационном стояке. Это объясняется тем, что на дне сифона практически всегда находится осадок, который перекрывает поперечное сечение гидрозатвора на площади, зависящей от высоты этого осадка. При полном перекрытии поперечного сечения сифона осадком (случай засорения канализации) срыв гидравлического затвора невозможен, вероятность поступления канализационных газов в санузел исключается. На данном этапе исследования вопроса указанные случаи не являются расчетными.

Рассчитывать и конструировать внутренние системы канализации следует так, чтобы максимально обеспечить устойчивость гидравлических затворов у санитарно-технических приборов.

В методиках [4, 5], позволяющих обеспечивать устойчивость гидравлических затворов санитарно-технических приборов в процессе эксплуатации внутренней канализации жилых и общественных зданий, предлагается определять разрежения, которые могут возникнуть в канализационном стояке, и под них подбирать гидравлические затворы. Чем больше высота гидравлического затвора, тем большее разрежение допускается в канализационном стояке.

При расчете внутренних канализационных систем следует правильно определять расходы транспортируемых стоков, далее адекватно принимать соответствующие конструктивные решения

узлов сопряжения канализационных стояков с поэтажными отводными трубопроводами из соответствующих труб (полимерных или чугунных) и гидравлических затворов, а затем точнее оценивать возможное образование разрежений в канализационных стояках.

Качественно функционирующий канализационный стояк следует рассматривать не только в качестве основного элемента внутренней канализационной системы, но и важнейшей составной части сопряженной с ним наружной канализации. Функцией канализационного стояка является, с одной стороны, транспортирование канализационных стоков от санитарно-технических приборов в наружную канализационную сеть, а с другой — вентилирование (пропускать и выпускать воздух) подземных ка-

нализационных трубопроводов и смотровых канализационных колодцев.

Канализационные стояки как жилых, так и общественных зданий, как малоэтажных, так и многоэтажных, а также и высоток состоят из этаже-стояков [6]. Они различаются между собой способом подключения поэтажных отводных канализационных трубопроводов — двухстороннее (рис. 2а) либо одностороннее (рис. 2б).

Одни из них, помимо отрезков канализационных труб, имеют в своем составе ревизию (для прочистки в случае образования засоров в стояках) и тройник (для подключения поэтажного отводного трубопровода с одной стороны) либо крестовину (для подключения поэтажных отводных трубопроводов с двух сторон). При этом могут быть использованы фасонные соединительные детали (тройники либо крестовины) с различными углами α (45° , 60° и 90°) входа от ответвляющейся части.

Вполне закономерно, что под действием горизонтальной (в отводных трубопроводах и выпусках) и вертикальной (в стояках) составляющих силы тяжести от санитарно-технических приборов канализационные стоки транспортируются по поэтажным отводным трубопроводам, имеющим уклон, вертикальным канализационным стоякам в наружную канализационную сеть через выпуски, также имеющим уклон.

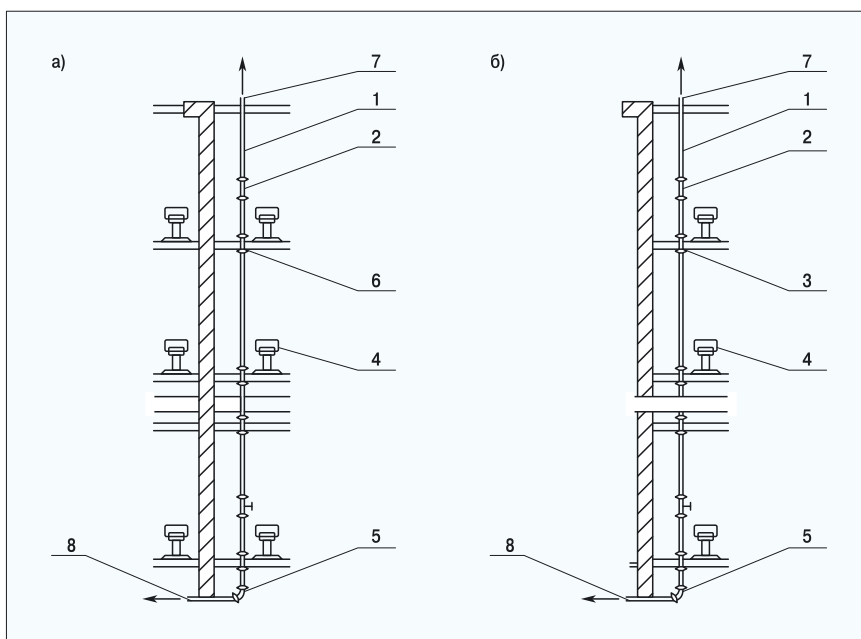


Рис. 2. Конструкции канализационных стояков с подключением поэтажных отводных трубопроводов (а — двухсторонним; б — односторонним; 1 — отрезок трубы; 2 — ревизия; 3 — тройник; 4 — унитаз; 5 — гиб; 6 — крестовина; 7 — вытяжка в атмосферу, стрелкой показано направление выхода канализационных газов; 8 — канализационный выпуск в дворовую сеть, стрелкой показано направление течения канализационных стоков)

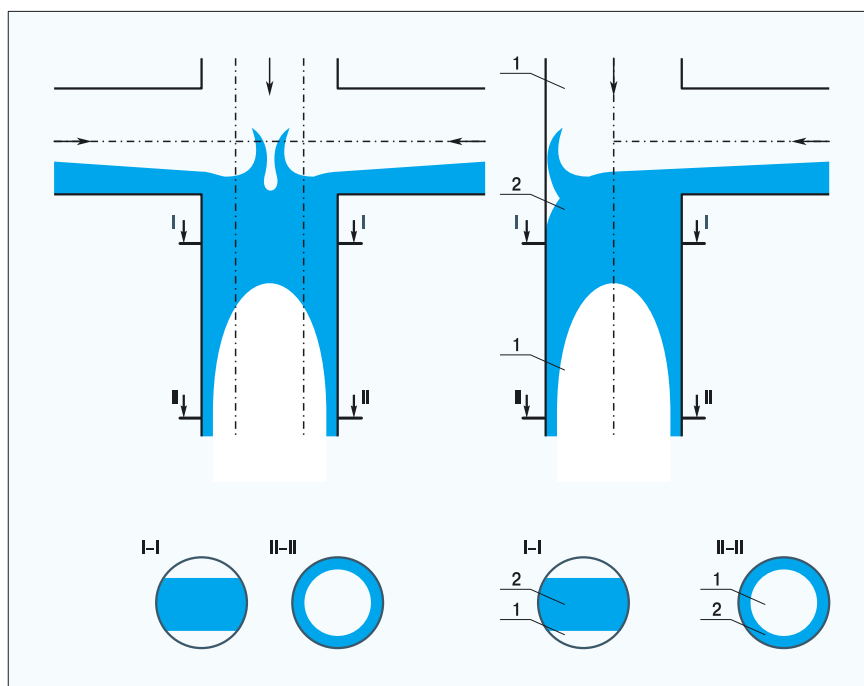


Рис. 3. Схемы поступления канализационных стоков из поэтажных отводных трубопроводов $D = 100$ мм в канализационные стояки диаметром $D_{ст} = 100$ мм и 150 мм и дальнейшего их течения, стрелками показано направление течения (а — двухстороннего; б — одностороннего; 1 — воздух; 2 — стоки)

Воздухообмен в наружных трубопроводах и канализационных смотровых колодцах происходит под действием гравитационных сил — давления воздуха, который из наружной канализационной сети выходит в атмосферу по канализационным стоякам через имеющиеся на них вытяжки (при небольших расходах канализационных стоков). Это с одной стороны. Канализационный стояк, имеющий вытяжную часть, называется вентилируемым. С другой стороны, воздух, который поступает в стояк (при значительных расходах канализационных стоков) из атмосферы через вытяжку, увлекается канализационными стоками в наружную канализационную сеть по канализационному стояку. Способность канализационных стоков при своем движении увлекать воздух называется эжектирующей способностью. С увеличением высоты канализационных стояков, а также при понижении температуры наружного воздуха (при прочих равных условиях) воздухообмен возрастает.

Если через вытяжную часть в канализационный стояк поступает воздух в количестве, соответствующем величине эжектирующей способности канализационных стоков, то в канализационном стояке не возникает дефицита воздуха, и давление в нем равно атмосферному давлению. При стержневом характе-

ре опускающего движения водовоздушной смеси в вертикальной трубе канализационные стоки омывают внутреннюю поверхность трубы, а внутри потока канализационных стоков в виде стержня движется воздух. Следствием возникновения разрежений в канализационном стояке является срыв гидравлических затворов у санитарно-технических приборов.

Согласно современным представлениям, при истечении из поэтажного отвода в канализационный стояк стоки перекрывают его сечение (образуется замкнутый водовоздушный поршень) на уровне присоединения отвода к канализационному стояку. На небольшом расстоянии от места входа в канализационный стояк течение водовоздушной смеси стабилизируется: вода движется по внутренней поверхности канализационного стояка, а внутри потока канализационных стоков течет воздух. Величина эжектирующей способности зависит от показателей воздуха и канализационных стоков, а также от условий их входа в канализационный стояк.

Здесь вполне правомерно, по нашему мнению, будет допустить то, что за условия входа канализационных стоков в канализационный стояк можно принимать не только угол сопряжения поэтажных отводных трубопроводов с канализационными стояками, но

и подключение к ним поэтажных отводных трубопроводов: двухстороннее либо одностороннее (рис. 2). Такое наше допущение на данном этапе разработанности вопроса позволяет распространить многие закономерности [7], которые установлены для канализационных стояков с односторонним подключением поэтажных отводных трубопроводов, на двухстороннее их подключение. В этой связи представляется, что механизм движения канализационных стоков и воздуха в канализационном стояке, независимо от подключения отводных поэтажных трубопроводов, примерно одинаков. Канализационные стоки в сечении канализационного стояка на уровне присоединения отвода остаются «сжатыми» до тех пор, пока не прекратится их поступление из поэтажного отводного трубопровода. На некотором расстоянии от места входа происходит беспорядочное движение канализационных стоков вниз по стояку. Затем канализационные стоки попадают на стенки канализационного стояка, и их движение постепенно стабилизируется. По мере движения по канализационному стояку (рис. 3) канализационные стоки прилипают к внутренним стенкам канализационного стояка, что приводит к образованию тонкого слоя, в котором скорость течения канализационных стоков очень быстро приближается к нулевому значению.

Изменением условий поступления канализационных стоков в канализационный стояк — уменьшением диаметра и угла присоединения к нему поэтажных отводных трубопроводов — может быть достигнуто увеличение площади сечения воздуха в сечении стояка со «сжатыми» канализационными стоками. А с ростом расхода канализационных стоков увеличивается величина разрежения, т.к. при увеличении расхода площадь живого сечения воздуха в сечении канализационного стояка со «сжатыми» канализационными стоками уменьшается, и вследствие этого возрастает их эжектирующая способность.

Величина разрежений в канализационном стояке также связана с количеством воздуха, поступающего из атмосферы через его вытяжную часть (вытяжку). Если через вытяжку в канализационный стояк поступает меньшее количество воздуха, то это приводит к образованию дефицита воздуха и возникновению разрежения в канализационном стояке. При этом увеличение

диаметра вытяжки по сравнению с диаметром канализационного стояка малоэффективно, т.к. расход воздуха лимитируется, в основном, диаметром стояка. Величина разрежений достигает максимума в конце начального участка. Дальнейшее увеличение высоты канализационного стояка не оказывает влияния на величину разрежения; а уменьшение высоты канализационного стояка способствует повышению его пропускной способности. В том случае, когда вытяжка по какой-либо причине выходит из строя (например, вследствие обмерзания или попадания посторонних предметов), канализационный стояк становится невентилируемым. При этом пропускная способность канализационного стояка резко уменьшается. В результате захвата воздуха канализационными стоками, движущимися в канализационном стояке, образуется двухфазная (вода + воздух) смесь. Наличие в канализационных стоках третьей фазы (фекалии, бумага и т.п.) незначительно повышает разрежение в канализационном стояке. Несоответствие между величиной эжектирующей способности и количеством воздуха, поступающим в канализационный стояк из атмосферы, приводит к образованию дефицита воздуха ниже сжатого сечения канализационного стояка (т.е. ниже водовоздушного поршня). Очевидно, что чем больше это несоответствие, тем больше величина разрежения в канализационном



стояке. Величина эжектирующей способности канализационных стоков является функцией скорости ее движения, которая достигает максимального значения на длине падения 6–15 м. Эжектирующая способность стабилизируется на указанном расстоянии от точки входа в канализационный стояк. При этом его эжектирующая способность максимальна и постоянна. Эжектирующая способность канализационного стояка уменьшается с уменьшением его высоты.

При истечении из поэтажного отводного трубопровода канализационные стоки перекрывают сечение канализационного стояка (с односторонним поступлением стоков), ударяются о его противоположную стенку с образованием вихря, а затем начинают двигаться вниз. Есть полная уверенность в том, что аналогичная картина будет наблюдаться и при двухстороннем поступлением стоков в канализационный стояк. Отличием будет являться то, что канализационные стоки, поступающие в канализационный стояк из встречных поэтажных отводных трубопроводов, будут соударяться между собой, а не с его стенкой. При опускном движении канализационных стоков по канализационному стояку воздух движется сверху вниз. До поступления канализационных стоков в канализационный стояк воздух движется в другом (противоположном) направлении.

Уменьшение количества канализационных стоков приводит к увеличению доли сечения стояка, занятой воздухом. Это приводит к пленочному движению канализационных стоков и интенсивному выходу воздуха из канализационной системы в атмосферу.

При транспортировании больших расходов канализационных стоков происходит интенсивное поступление воздуха из атмосферы в канализационный стояк. Однако, даже при расходах канализационных стоков, значительно превышающих критические, стержневой



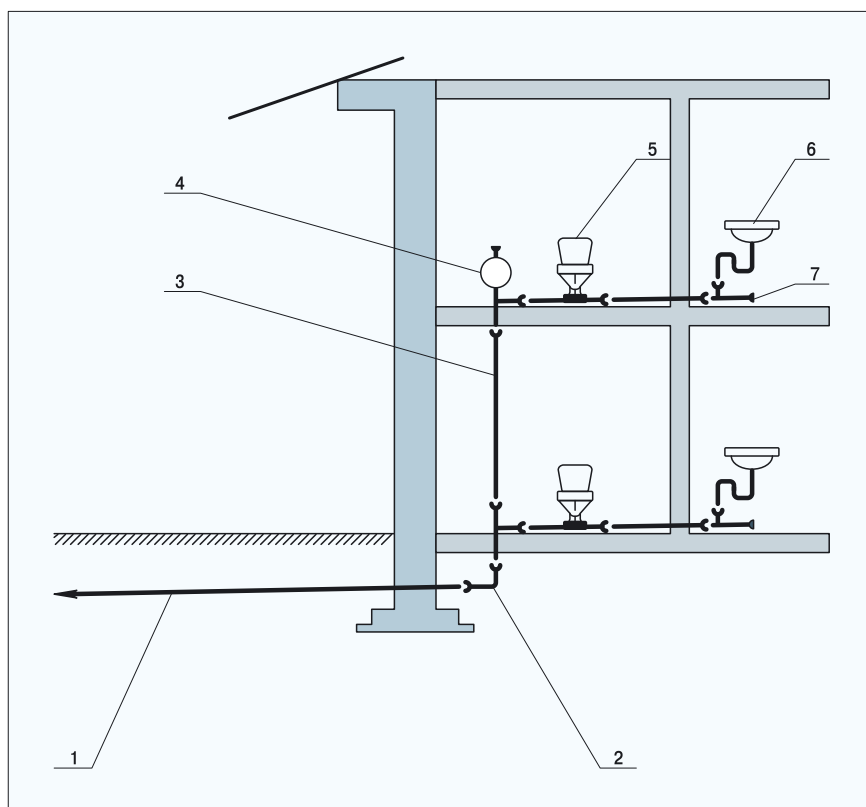


Рис. 4. Схема неветилируемого канализационного стояка (1 — канализационный выпуск, стрелкой показано направление течения канализационных стоков; 2 — гиб; 3 — отрезок трубы; 4 — ревизия; 5 — унитаз; 6 — умывальник; 7 — прочистка)

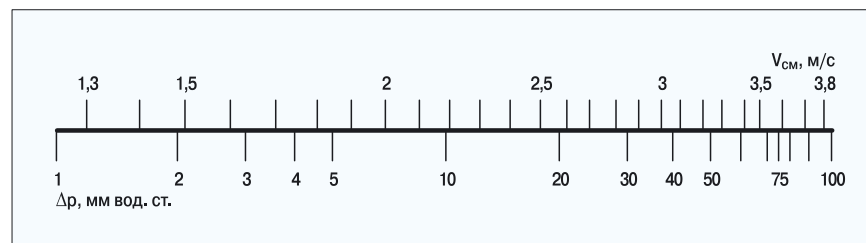


Рис. 5. Номограмма для определения величины разрежений Δp в неветилируемом стояке

характер движения не переходит в снарядный, которому присуще наличие газовых пузырей («снарядов»), имеющих иногда длину в несколько десятков внутренних диаметров канализационных стояков. Газовые пузыри-снаряды занимают все сечение канализационного стояка, являясь газовыми пробками, которые снизу и сверху отделяются одна от другой тонким слоем стоков. При этом резко возрастает эжектирующая способность, что приводит к возникновению в стояке разрежений большой величины. Однако значительный вакуум в канализационных стояках в принципе не может быть достигнут, благодаря тому, что они являются незамкнутыми, и при срыве хотя бы одного гидравлического затвора мгновенно произойдет сброс образовавшегося в канализационном стояке вакуума. По этой же при-

чине в канализационных стояках не может возникнуть напорный режим.

Высота канализационных стояков (от места входа в них стоков), когда эжектирующая способность продолжает нарастать, составляет $90D_{ст}$, где $D_{ст}$ — внутренних диаметров. Увеличение рабочей высоты канализационного стояка более $90D_{ст}$ не влечет за собой интенсивности поступления в него воздуха. При проведении расчетов вначале следует осуществить приближенный подбор диаметров стояков по табл. 1.

Далее следует произвести корректировку пропускной способности канализационных стояков с учетом конкретных значений их высоты и высоты гидрозатвора умножением на x раз при

$$x = \sqrt{\frac{90D_{ст}}{L_{ст}}}$$

($D_{ст}$ — внутренний диаметр стояка) при $L_{ст} < 90D_{ст}$, а $x = 1,1$ при высоте гидрозатворов 70 мм и $x = 0,9$ при высоте гидрозатворов 50 (для других высот затворов приведенные значения могут экстраполироваться как в большую, так и в меньшую сторону). И только потом произвести полную увязку путем расчета с использованием одной какой-либо из известных методик, например, [4] либо [5], в т.ч. и зарубежных.

Допустимая величина разрежений в вентилируемых и неветилируемых канализационных стояках из любых труб не должна превышать $0,9h_3$, где h_3 [мм] — высота наименьшего из гидравлических затворов у сантехприборов.

С учетом рассмотренных закономерностей предлагается при определении величины разрежений в вентилируемом канализационном стояке [мм водн. ст.] учитывать вид присоединения (двухстороннее — крестовиной либо с одной стороны — тройником) отводных поэтажных трубопроводов:

$$\Delta p = \frac{366 \left[\frac{K_{по} q_{ст}^s}{(1 + \cos \alpha) D_{ст}^2} \right]^{1,677}}{\left(\frac{D_{ст}}{d_{отв}} \right)^{0,71} \left(\frac{D_{ст}}{L_{ст}} \right)^{0,5}}, \quad (1)$$

где $q_{ст}^s$ — расчетный расход стоков для канализационного стояка [л/с] определяется согласно [4] по формуле:

$$q_{ст}^s = q_v + q_{пр}, \quad (2)$$

где q_v — расчетный расход воды на участке, л/с; $q_{пр}$ — максимальный секундный расход [л/с] канализационных стоков от прибора с максимальным водоотведением (для жилых зданий — 1,6 л/с от смывного бачка унитаза); $K_{по}$ — коэффициент, учитывающий способ присоединения поэтажных отводных трубопроводов к стояку, для тройников $K_{по} = 1$, для крестовины $K_{по} = 1,1$ (требуется опытная проверка и последующая корректировка); α — угол присоединения расчетного отвода к канализационному стояку, град; $D_{ст}$ — внутренний диаметр канализационного стояка, м; $d_{отв}$ — внутренний диаметр расчетного поэтажного отвода, м; $L_{ст}$ — рабочая высота канализационного стояка, м.

Рабочая высота канализационного стояка — это его часть, по которой могут транспортироваться канализационные стоки, расстояние от точки присоединения наиболее высоко расположенного сантехприбора (или группы приборов) догиба (точки перехода стояка в канализационный выпуск).

При $90D_{CT} > L_{CT}$ следует принимать $90D_{CT} = L_{CT}$, при этом:

$$\Delta p = \frac{366 \left[\frac{K_{по} q_{CT}^s}{(1 + \cos \alpha) D_{CT}^2} \right]^{1,677}}{\left(\frac{D_{CT}}{d_{отв}} \right)^{0,71}}, \quad (3)$$

При $\alpha = 90^\circ$ и $D_{CT} = d_{отв}$:

$$\Delta p = 366 \left[\frac{K_{по} q_{CT}^s}{D_{CT}^2} \right]^{1,677}, \quad (4)$$

Невентилируемый канализационный стояк должен заканчиваться прочисткой (ревизией), устраиваемой в направленном вверх раструбе тройника (крестовины), с помощью которого к стояку присоединяются наиболее высоко расположенные в здании сантехприборы (рис. 4).

Величина разрежения в невентилируемом канализационном стояке $\Delta p = 0,31 V_{CM}^{4,3}$ мм водн. ст., где V_{CM} — средняя скорость движения водовоздушной смеси [м/с] в стояке:

$$V_{CM} = \frac{Q_B + K_{по} q_{CT}^s}{\omega}, \quad (6)$$

Q_B — эжектирующая способность, [м³/с]:

$$Q_B = \frac{13,8 \left(K_{по} q_{CT}^s \right)^{0,333}}{\left(\frac{90 D_{CT}}{L_{CT}} \right)^{0,5}} \times \frac{D_{CT}^{1,75} \left(\frac{D_{CT}}{d_{отв}} \right)^{0,12}}{(1 + \cos \alpha)^{0,177}}, \quad (7)$$

где q_{CT}^s — то же, что в формуле (1); α — угол присоединения диктующего поэтажного отвода к канализационному стояку, град.; ω — площадь живого сечения канализационного стояка, м:

$$\omega = 0,25 \pi D_{CT}^2. \quad (8)$$

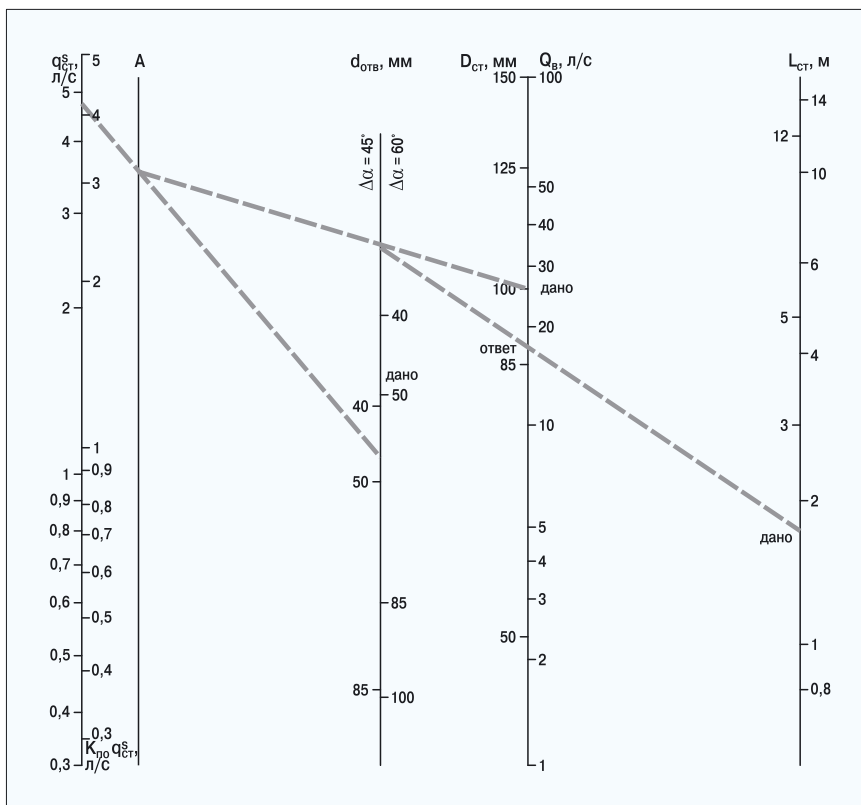


Рис. 6. Номограмма для определения величины эжектирующей способности Q_B невентилируемых канализационных стояков



В приближенных расчетах внутренней канализации с невентилируемыми канализационными стояками значения (с точностью до 15%) разрежения Δp и эжектирующей способности Q_B можно принимать по номограммам (рис. 5 и 6).

В заключение отметим, что рассмотренные в статье закономерности функционирования гидравлических затворов внутренней канализации должны помочь проектировщикам осуществлять правильный их подбор с учетом особенностей канализационных систем зданий, а эксплуатационникам — находить правильные решения по недопущению срывов гидравлических затворов и появлению запахов в санузлах и туалетах. □

■ Пропускная способность вентилируемых стояков

табл. 1

Поэтажные отводы		Пропускная способность [л/с] стояков при диаметре D_{CT} , мм		
наружный диаметр, мм	угол присоединения к стояку, град.	50	100	150
50	45	0,96	6,26	19,9
	60	0,84	5,5	17,6
	90	0,56	3,67	11,7
100	45	—	5,5	14,5
	60	—	4,9	12,8
	90	—	3,2	8,62
150	45	—	—	12,6
	60	—	—	11
	90	—	—	7,2

Примечание: данные охватывают стояки с $L_{CT} \geq 90D_{CT}$ и гидравлические затворы высотой 60 мм.

1. Внутренний водопровод и канализация зданий // Интернет-портал «Загородная.ру», www.zya.ru/article/article_3359.asp.
2. Добромослов А.Я. Расчет и конструирование систем канализации. — М.: Стройиздат, 1978.
3. Запахоэпирающее устройство Primus // Интернет-сайт www.hl-rus.com.
4. СП 40-102-2000. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования.
5. Стандарт организации «СантехНИИпроект», СТО 024947335.2-01-2006. — М., 2006.
6. Отставнов А.А., Устюгов В.А. К выбору труб для канализационных стояков // «С.О.К.», №6/2009.
7. Ромейко В.С., Отставнов А.А., Устюгов В.А. и др. Справочные материалы. Пластмассовые трубы. Ч. 1. Трубы и детали трубопроводов. Проектирование трубопроводов. — М.: ВАЛАНГ, 1997.



БЛАГОДАРЯ ПЕРЕДОВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ И ЗНАНИЮ НУЖД СВОИХ ПАРТНЁРОВ GRUNDFOS ВСЕГДА МОЖЕТ ПРЕДЛОЖИТЬ БОЛЬШЕ

В Grundfos мы не только создаём замечательные циркуляционные насосы, мы работаем над тем, чтобы максимально упростить для вас все аспекты, связанные с продажей, монтажом и техническим обслуживанием оборудования. Мы проводим эксплуатационные испытания своих продуктов, подтверждающие их высочайшее качество и удобство в использовании. «Пособие по монтажу» в сочетании с сетевыми ресурсами, к примеру,

WebCAPS, упрощает процедуру расчёта, подбора и монтажа. Компания Grundfos, ваш надёжный партнёр сейчас и в будущем, обеспечивает лёгкий доступ к этим и другим ресурсам.

Чтобы узнать подробнее о циркуляционных насосах Grundfos класса «А», зайдите на: poweredby.grundfos.com

ПАРТНЁРСТВО — ЭТО ВАЖНО

POWERED BY THE IMPOSSIBLE*

* ЗА ГРАНЬЮ ВОЗМОЖНОГО



Grundfos ALPHA2 получил две премии «Energy+» как самый энергоэффективный циркуляционный насос в Европе.

Реклама. Товар сертифицирован

GRUNDFOS® 

Насосное оборудование в ликероводочной и пивоваренной промышленности

Стабильно высокий спрос на продукцию ликероводочной и пивоваренной отраслей пищевой промышленности послужил причиной резкого роста числа предприятий, специализирующихся на ее выпуске. Развернувшееся массовое производство напитков позволило в самые сжатые сроки удовлетворить спрос на данные виды продуктов, породив острую конкурентную борьбу между производителями за рынок сбыта. Очевидно, что составляющими успеха в подобном противостоянии становятся взвешенная ценовая политика, расширение ассортимента выпускаемой продукции, а главное — повышение ее качества. Ведущие предприятия оснащаются самыми современными технологическими схемами автоматизированного производства, позволяющими минимизировать ошибки, связанные с человеческим фактором, снизить потери продукта при перекачках и перемешивании, уменьшить количество брака.

ких насосов на пивных производствах Германии показал, что они не влияют на качество и состав подаваемой воды. Надо сказать, что первые насосы этой конструкции были установлены там еще в середине 1970-х гг. и продолжают работать до сих пор. В качестве дополнения к насосу можно использовать шкаф защиты и управления, защищающий насос от перепадов тока, напряжения, перекосов фаз, пробоя изоляции, и включающий его в единую диспетчерскую сеть предприятия.

Поддержание необходимого давления в заводской сети часто требует установки насосов второго подъема, которые монтируются или после накопительных резервуаров, или в том случае, когда вода поступает непосредственно из городской сети.

Производство алкогольных напитков при современных объемах выпускаемой продукции и высочайших требованиях к ее качеству невозможно без высокотехнологичного насосного оборудования. Оно нашло самое широкое применение не только в схемах приготовления конечного продукта, но и в большинстве вспомогательных операций: при водоснабжении, на установках мойки и розлива, для санитарно-гигиенических целей и в ряде других случаев.

Водоснабжение

Производство ликероводочной продукции и пива невозможно без надежного снабжения предприятий водой питьевого качества. Вода для производства конечного продукта может подаваться как из городской системы водоснабжения, так и из собственных водозаборных скважин предприятия. В последнем случае используется скважинное оборудование, основу которого составляют скважинные насосы. Их выбор будет зависеть от ряда факторов, основными из которых являются: высота подъема, диаметр и режим работы скважины, а также химический состав воды. При этом одним из главных критериев выбора становится надежность и ресурс скважинных насосов. Еще одно обязательное требование — использование качественной нержавеющей стали с высокой степенью абразивоустойчивости для изготовления проточной части и рабочего колеса насоса. Опыт применения та-



Фото компании-производителя.

Основная задача этих систем — подача воды для технологических нужд, питьевого водоснабжения, подпитки систем теплоснабжения, обеспечения водой пожарных сетей и многих других целей. Причем в подавляющем большинстве случаев вода должна проходить стадию фильтрации и определенной обработки для придания ей необходимых физико-химических и вкусовых свойств. Оптимальным режимом для большинства установок водоподготовки является поддержание постоянного давления на входе, независимо от уровня водопотребления, который может очень различаться, в зависимости от времени и нужд технологического цикла.

Следует отметить, что для крупных предприятий традиционная компоновка насосов «1 рабочий + 1 резервный», даже при использовании частотного преобразователя, нередко не позволяет обеспечить высокий КПД во всем диапазоне требуемых расходов. Область высоких КПД (снижение не более 5 % от максимально возможного) лежит в диапазоне 80–120 % от номинальной рабочей точки насоса. В этом случае эффективным способом оптимизации может быть использование комплексных станций повышения давления. Нормализация изменения КПД в них достигается применением нескольких насосов со встроенным электронным управлением, установленных в параллель на едином основании. Такая станция обычно состоит из трех (2 рабочих + 1 резервный) или четырех насосов (3 рабочих + 1 резервный). За счет частотного регулирования всех насосов станция автоматически подстраивается под изменение давления на входе. Благодаря шкафу управления осуществляется интеграция установки в общую систему диспетчеризации предприятия.

Впрочем, для предприятий с относительно небольшими объемами водопотребления вполне действенным является использование комбинации насосов со встроенным частотным преобразователем и датчиком давления в паре с обычным резервным насосом. Это дает возможность снизить затраты без



фото компании-производителя.

снижения эффективности. Как известно, электродвигатель со встроенным частотным преобразователем взаимозаменяем со стандартным, при этом на 30–50 % дешевле, чем отдельный частотный преобразователь. Такая схема водоснабжения, например, была реализована на одном из предприятий холдинга «Балтика» — красноярском пивоваренном заводе «Балтика-ПИКРА». Здесь на водоснабжении первого (из городской сети) и второго ввода (водоподготовка) стоят насосы Grundfos серии CRE 90 с частотным регулированием привода.

Процессы фильтрации

Одним из обязательных этапов производства является фильтрация. Данный технологический процесс применяется для исправления питьевой воды, а также для очистки водки (сортировки, купажа). Кроме того, он необходим для фильтрации уже готовой продукции (водки, пива) в интересах придания напиткам прозрачности и определенных вкусовых качеств.

Фильтрация является необходимым условием подготовки исходной воды для придания ей необходимых физико-химических и вкусовых свойств.

На участках, где вода проходит лишь фильтрацию и ионообменные колонны, как правило, вполне достаточно давления насосов второго подъема, но для обратноосмотических установок требуются высокопроизводительные насосы, позволяющие обеспечить большие давления. Например, на Санкт-Петербургском заводе «ЛИВИЗ» на подаче воды из сети на водоподготовку (обратный осмос) установлен высокопроизводительный насос из нержавеющей стали Grundfos серии CRN. После обработки эта вода поступает в расходный бак.

Подобный же насос используется в процессе фильтрации в технологическом цикле. На «ЛИВИЗ» он имеет свои особенности на этапе купажа: при помощи электронного узла смешивания (Diva) спирт и вода в необходимых соотношениях поступают в купажную емкость (одну из четырех), где происходит перемешивание. Туда же добавляется пылевидный активированный уголь. После этого полуфабрикат должен пройти двухступенчатую очистку: на первом этапе отфильтровывается уголь, затем водка насосом из нержавеющей стали прокачивается через полипропиленовую колонку, где окончательно доочищается.



Еще одно фильтрование происходит после поступления чистого продукта в чаны, где при необходимости добавляются отдушки — натуральные экстракты трав и плодов: зверобоя, гречихи, лимонов и т.д. Водка анализируется и при соответствии нормативам еще раз пропускается через полипропиленовую колонку (подача ее также осуществляется насосом CRN 15-03). При необходимости делается ручная коррекция. После этого готовая продукция поступает в емкости и далее на розлив.

Дозирование

Технология производства ликероводочной продукции и пива предусматривает в соответствии с выбранной рецептурой внесение целого ряда ингредиентов (экстрактов, ароматизаторов, хмелепродукта и пр.), а также их качественное перемешивание с исходным продуктом.

Так, производство пива предполагает использование определенного набора ингредиентов. Вместе с тем, их высокая активность и стоимость требуют предельной точности и надежности дозирования в количествах, строго пропорциональных объему или весу исходного продукта (замеса, сусла и т.п.). Эффективность введения и размешивания препарата в продукте зависит от непрерывности его подачи в трубопровод во всем диапазоне производительности насоса. Следует отметить, что далеко не каждый тип дозирующих насосов способен обеспечить подобное условие.

Например, широко распространенные в пищевой промышленности мембранные дозирующие насосы с электромагнитным приводом на номинальных подачах практически на 100 % удовлетворяют технологическим потребностям. Однако необходимость изменить производительность насоса подобной конструкции приводит к тому, что процесс дозирования становится прерывистым, а это, в свою очередь, отрицательно сказывается на качестве перемешивания.

Причина этого негативного явления кроется в особенностях регулирования производительности насосов с электромагнитным приводом, которое обеспечивается путем изменения частоты хода мембраны и длины хода сердечника, «заставляющего» мембрану совершать возвратно-поступательное движение. Так, регулировка производительности насоса за счет, например, изменения длины хода сердечника приводит к нарушению стабильности процесса дозирования по причине ухудшения всасывающих возможностей насоса, что в последующем приводит к необходимости его перекалибровки.

Этих недостатков лишены современные мембранные дозирующие насосы с шаговым приводом. Важнейшее преимущество оборудования подобного типа — возможность выбора производительности насоса в пределах рабочего диапазона при полном ходе мембраны. Подобная особенность конструкции насоса позволяет избежать снижения точ-

ности дозирования и сохранить непрерывность процесса.

Отметим, что современные цифровые дозирующие насосы с шаговым приводом способны обеспечить глубину регулировки 1:1000 (это означает, что для насосов с максимальной производительностью 2,5 л/ч минимальная подача будет в тысячу раз меньше, т.е. 2,5 мл/ч).

Цифровые дозирующие насосы применяются в схемах водоподготовки предприятий пищевой промышленности. С их помощью, например, вводится ингибитор осадка солей жесткости в интересах предотвращения его осаждения на фильтрующих мембранах (такое решение было осуществлено в низконапорной обратноосмотической системе для линии производства напитков в г. Щелково).

Успешно работают такие насосы и на красноярской «ПИКРЕ». Здесь при помощи двух цифровых дозирующих насосов DME-60 в пиво вводится хмелепродукт, поскольку на данном этапе необходима очень высокая точность дозирования.

CIP-мойки

Важнейшим условием бесперебойного функционирования предприятий ликероводочной и пивоваренной отраслей является соблюдение гигиенических требований в технологических процессах. Обеспечение надлежащего санитарного состояния оборудования, трубопроводов, теплообменных установок, резервуаров и емкостей достигается их мойкой и дезинфекцией. Поскольку качественная очистка вышеуказанного оборудования вручную в силу сложности архитектуры технологических линий невозможна, самым оптимальным способом решения данной проблемы стало использование на предприятиях безразборных циркулярных одно- и многоконтурных CIP-моек.

Принцип действия CIP-мойки основан на насосном оборудовании, обеспечивающем приготовление и подачу под давлением моющего и дезинфицирующего раствора на объекты мойки, а также предварительного, промежуточного и окончательного их ополас-

скивания. Основой раствора является питьевая вода, подаваемая из циркуляционного бака на объект мойки посредством моющего насоса. Дозирование концентратов моющих средств (кислот, щелочей) в циркуляционные контуры CIP-мойки осуществляется с помощью дозировочных насосов, о которых речь шла выше.

Как наглядно свидетельствует практика, в качестве моющих насосов CIP-моек широкое распространение получили специальные пищевые насосы из нержавеющей стали. К достоинствам этих агрегатов специалисты относят высокие эксплуатационные характеристики и ряд конструктивных особенностей, таких как:

- пригодность к перекачиванию практически любых типов жидкостей: химически нейтральных и агрессивных (кислоты, щелочи, чистящие вещества и пр.), в т.ч. содержащих воздух;
- их открытая конструкция обеспечивает легкую и быструю разборку и сборку в интересах профилактического осмотра или очистки на месте эксплуатации;
- обработка поверхности деталей проточной части насосов соответствует стандартам — пищевой (3A1, шероховатость поверхности не более 3,2 мкм R_a), стерильный (3A2, не более 0,8 мкм R_a), стерильный (3A3, не более 0,4 мкм R_a).

Все это гарантирует их высокие гигиенические свойства. Можно сказать, что применение таких насосов стало повсеместным. Например, на известной московской пивоварне «Эфес» в процессе CIP-мойки использованы самовсасывающие насосы Hilge Sipla.

Обеспечение циркуляции в системах охлаждения

Одной из сфер применения насосного оборудования на предприятиях ликероводочной и пивоваренной отраслей является подача хладагента к тем элементам технологических линий, где непосредственное охлаждение нецелесообразно или не представляется возможным, например, для охлаждения компрессоров холодильных цехов или установок рекуперации углекислого газа.

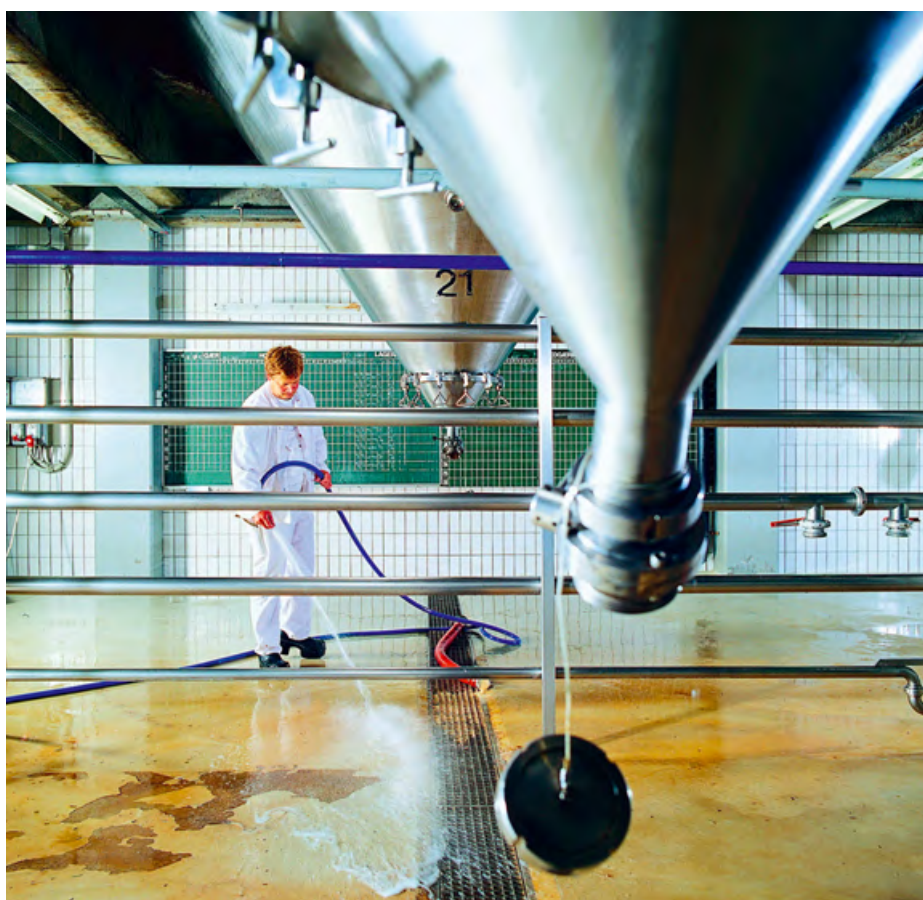


фото компании-производителя

Сейчас наиболее распространенными хладоносителями стали водные растворы гликоля (как правило, на основе пропиленгликоля). Благодаря своей нетоксичности эти высоковязкие жидкости оказались незаменимы на предприятиях пищевой промышленности, т.е. там, где их утечка не представляет опасности для здоровья людей и не отражается на качестве производимой продукции. Существует ряд специфических особенностей водных растворов гликоля, которые необходимо учитывать при подборе насосного оборудования и его размещении в системе охлаждения.

Во-первых, растворы гликоля имеют отличные от воды теплофизические свойства (теплоемкость, плотность, теплопроводность, химическую активность). Во-вторых, гликоль имеет молекулярный размер гораздо меньший, чем у чистой воды. Эти свойства способны привести к образованию утечек в уплотнениях (особенно при низких температурах теплоносителя и высоких концентрациях гликоля). Известно, что стандартные насосы рассчитаны на содержание гликоля 30–40 %, а более высокие концентрации требуют замены обычных уплотнений на специальные.

Таким образом, коммерческий успех на рынке ликероводочной продукции и пива будет на стороне тех производств, чья продукция отличается отменным качеством, широким ассортиментом и доступными ценами. Опыт ведущих отечественных производителей алкогольных напитков свидетельствует о том, что подобных условий можно достичь благодаря внедрению современных технологических схем автоматизированного производства, в основе которых лежит и насосное оборудование.

Высокопроизводительные, энергоэффективные, интегрированные в единую АСУ, ТП-насосы — залог качества и конкурентоспособности конечной продукции, а также твердая гарантия ее стабильно высокого спроса и популярности у потребителя.

Практика показывает, что начальные инвестиции, вложенные в модернизацию существующих или создание новых технологических схем на базе современных насосов от ведущих производителей, окупаются в самые сжатые сроки, обеспечивая предприятию в дальнейшем существенную прибыль. ■

Пресс-служба компании ООО «Грундфос».

Особенности подбора циркуляционного насоса

Часто приходится сталкиваться с некорректной работой отопительной системы из-за неверного подбора и монтажа циркуляционного насоса, что происходит при попытке сэкономить на проектировании. При этом насос зачастую подбирается самим клиентом исходя из его эмпирических представлений о необходимых характеристиках. К сожалению, иногда встречается и ситуация, когда помощь в подборе насоса клиенту оказывает неопытный консультант, что также приводит к просчетам.

Описанные в статье ошибки, на первый взгляд, настолько очевидны, что квалифицированному инженеру может быть непонятно, как их вообще можно допустить. Но практика говорит обратное: все больше насосов подбираются и устанавливаются без учета особенностей и основных характеристик отопительной системы, причем как в индивидуальном, так и в многоквартирном строительстве. Если первое хоть как-то можно объяснить неопытностью домовладельца и стесненностью в средствах, то второе уж совсем недопустимо, поскольку капитальный ремонт и обслуживание городского жилого фонда ведут (по крайней мере, должны вести) организации с соответствующей лицензией.

Хотя курьезы разные встречаются. Например, однажды тендер на строи-

тельство многоквартирного дома в одном из городов России выиграла иностранная компания, предоставившая на конкурс лишь красочный 3D-рисунок. Ни чертежей, ни расчетов не имелось. Зато предложение оказалось самым выгодным в финансовом отношении. При этом обнаружили отсутствие проектной документации только менеджеры фирмы, которая должна была монтировать в здании систему отопления, когда строительство уже началось.

Но вернемся к насосам. В результате неправильного выбора такого, казалось бы, незначительного и небольшого по размерам устройства как циркуляционный насос отопление в доме функционирует неудовлетворительно. Недовольный клиент ищет проблему в котле, радиаторах и общем проекте. Но иногда

достаточно бывает критически оценить характеристики насоса и при необходимости скорректировать их.

Вспомним физическое обоснование необходимости в циркуляционном насосе. Нагретая вода, как мы знаем, способна передвигаться по трубам системы отопления и самостоятельно под действием силы гравитации. Нагретый теплоноситель, имеющий меньшую плотность, поднимается вверх, освобождая место для остывшего, более плотного теплоносителя. Но скорость, с которой происходит естественная циркуляция, не всегда соответствует расчетным показателям, особенно в трубах малого диаметра (DN15–20) из-за преодоления гидравлического сопротивления. Для того, чтобы привести скорость круговорота воды в отопительном контуре в соответствие с теоретическими расчетами, используют циркуляционный насос.

Для правильного подбора насоса требуется учесть ряд параметров: **максимальный напор** [м] — максимальная высота, на которую потребуются поднять теплоноситель; **максимальный поток** [м³/ч] — максимально возможный объем теплоносителя, который потребуются прокачать в единицу времени при полной нагрузке системы; **проходной диаметр трубы DN** [мм]; **химический состав теплоносителя** (вода, незамерзающая жидкость или их смесь).

Напор и поток нужны для нахождения рабочей точки, проходной диаметр — для удобства монтажа и учета индивидуальных характеристик системы, химический состав — для подбора правильного модельного ряда насосов. Напор отвечает за подачу теплоносителя к верхней точке контура отопления и преодоление гидравлического сопротивления, поток — за компенсацию теплопотерь помещения. Из этого и надо исходить при ликвидации просчетов. Теперь подробнее о типичных ошибках, их причинах и рецептах устранения.

Подбор насоса по мощности

Хотя в характеристиках циркуляционного насоса и указывается его мощность, параметр этот вторичный, в подборе не участвует и служит лишь для ориентира, чтобы пользователь отдавал себе отчет в количестве электроэнергии, потребляемой приобретенным прибором.

Насос — не отопительный котел, не конвектор, не радиатор, его ни в коем случае нельзя подбирать по мощности на единицу обслуживаемой площади.

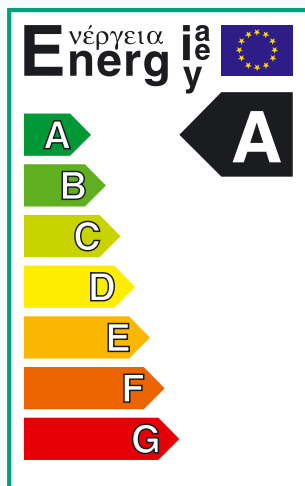


Фото компании-производителя.

Мощность циркуляционных насосов, имеющих одинаковые напорно-расходные характеристики, но принадлежащих к разным классам энергопотребления, может сильно отличаться.

Более того, чем современнее прибор, тем меньшей мощностью он обладает при прочих равных. Для примерной оценки экономичности циркуляционного насоса используется привычная для бытовой техники буквенная классификация.

Класс «А» свидетельствует о наименьшем энергопотреблении, класс «В» — о низком энергопотреблении, остальные буквы обычно не ставят вообще, потому что хвастаться тут нечем.

Рекомендация здесь проста — оценить приобретенный насос с точки зрения его рабочих характеристик.

Возможны четыре варианта результатов подбора насоса:

- рабочие параметры насоса избыточны (см. раздел «Использование насоса с избыточными характеристиками»);
- рабочие параметры насоса недостаточны (вероятно, могут помочь рекомендации из раздела «Подбор насоса по максимальному напору»);
- рабочие параметры насоса соответствуют проекту (поздравляем, вам повезло на этот раз, но не надейтесь, что в следующий раз повезет также, метод все равно неверный);
- насос совершенно не подходит: не тот теплоноситель, не та модификация, не то назначение насоса, наконец (такой насос использовать, разумеется, нельзя).

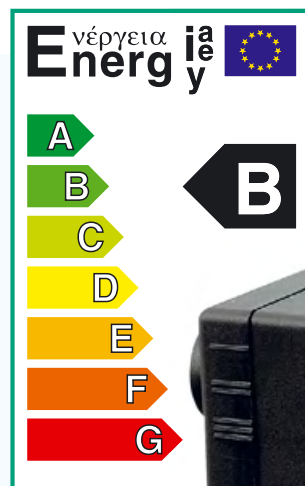


Фото компании-производителя

Подбор насоса по максимальному напору

В характеристиках насоса обычно указывается его максимальный напор. Некоторые на эту цифру и ориентируются: мол, мне надо на четыре метра воду поднимать, вот как раз и напор соответствующий — 4 м. Но максимальный напор и рабочая точка — вещи разные. Если внимательно посмотреть на график, отражающий напорно-расходную характеристику (рис. 1), нетрудно заметить, что при указанном максимальном напоре расход равен нулю. Поэтому не-

обходимо заранее рассчитать т.н. «рабочую точку» R , в которой будут учтены и высота подъема, и требуемый при этом проток, и после искать насос с подходящими параметрами (точка D). Как видно из представленного графика, напор, который сможет обеспечить выбранный насос, отличается от указанной в характеристиках максимальной величины примерно на 20–25 %.

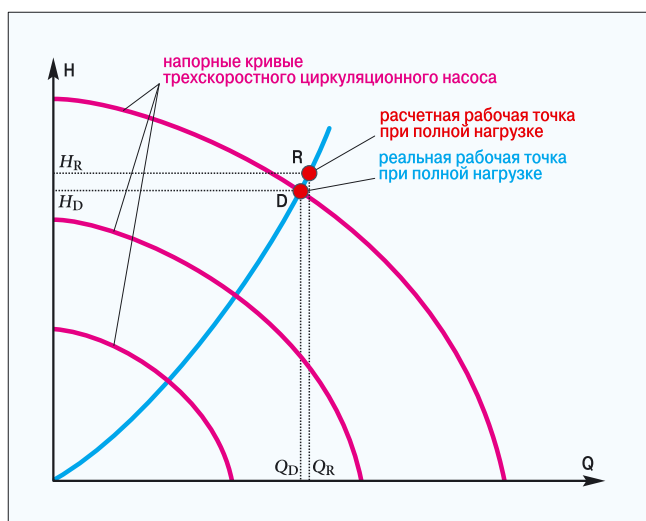
Обратная ошибка, когда учитывается лишь проток, также имеет место, хотя и значительно реже. Связано это с тем, что высоту подъема теплоносителя (т.е., обычно, высоту здания) найти легко, а вот проток нужно специально вычислять.

Описанный подход, к сожалению, весьма распространен среди неопытных покупателей и продавцов. Причем касается это не только приборов для циркуляции теплоносителя, но и других разновидностей насосного оборудования: погружного, повысительного и пр.

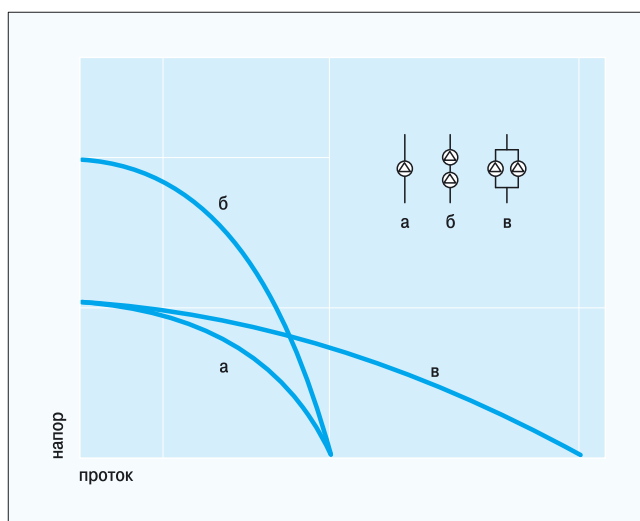
Если в небольшом здании огрехи не так заметны, многоквартирные высотки страдают от просчетов проектировщиков и монтажников весьма и весьма существенно. Имеется несколько примеров, когда в новостройках или в старых домах после капитального ремонта в квартирах нижних этажей температура зимой была выше, чем в пустыне Сахара, обитатели же верхних этажей ощущали себя полярниками на льдине. После проведенных исследований и устранения очевидных причин типа



Фото компании-производителя



■ Рис. 1. Напорно-расходная характеристика насоса



■ Рис. 2. Установка дополнительного насоса

дефектных воздухоотводчиков и засоренных радиаторов (что, кстати, тоже неплохо), как правило, приходили к выводу, что насос «не тянет». Разбор полетов показывал: при закупке оборудования сэкономили на проектировщике, понадеявшись на опыт продавца или свои силы.

Исправить ошибку можно установкой дополнительного насоса последовательно (для повышения напора, рис. 2б) или параллельно (для повышения протока, рис. 2в) с уже имеющимся. Чтобы опять не наступить на те же грабли, необходимо помнить, что реальный напор/проток увеличатся при этом лишь незначительно, двойное увеличение возможно лишь в теоретических крайних точках. Также не следует забывать, что в варианте, изображенном на рис. 2б, повышается лишь напор, проток же будет равен рабочей характеристике наиболее мощного из пары насосов. Аналогично, в схеме на рис. 2в не следует ожидать увеличения напора.

Подбор насоса по габаритам

Иногда в индивидуальном строительстве встречается проблема, препятствующая монтажу насоса с подходящими характеристиками исключительно из-за его габаритов. Такое бывает, когда при сборке системы строители оставили столь мало свободного места, что требующийся дополнительный узел уже некуда воткнуть. И, вместо того, чтобы приобрести удобную насосную группу, несчастная жертва некачественно спланированной планировки вынуждена закупать все элементы по отдельности, то и дело измеряя их, а затем их скручивать, огибая хаотично выходящие

трубы других контуров. Внешний вид обвязки от этого лишь ухудшается, свободного пространства не прибавляется, к месту монтажа трудно подобраться, а как обслуживать это хозяйство — вообще страшно подумать.

Если на переделку всей обвязки (а это рекомендуется) денег уже не осталось, можно посоветовать отвести требуемые трубопроводы в сторону и смонтировать подходящую насосную группу вдали от общего хитросплетения. Хотя бы один контур будет правильно оформлен, и страдать из-за неправильного насоса не придется.

Использование насоса для незамерзающей жидкости

Наши соотечественники очень любят использовать в качестве теплоносителя незамерзающую жидкость, особенно если речь идет о системах отопления с компонентами, работающими от электричества. Мотивируется это тем, что «если электричество отключат, что у нас в деревне — не редкость, вся система замерзнет». При этом совершенно не учитывается то обстоятельство, что импортное оборудование, в общем-то, на наш тосол не рассчитано.

Во-первых, для предотвращения как раз таких случаев уже много лет назад были придуманы ИПБ (источники бесперебойного питания), которые на нашем рынке существуют ныне как в импортном, так и в отечественном исполнении. Вот эти устройства и надо использовать, чтобы система не перестала работать. Ведь, помимо собственно отключений, могут иметь место также скачки напряжения, которые ИПБ успешно сгладит.

Теперь о незамерзающих смесях. Не будем сейчас касаться других узлов отопительной системы, не будем обсуждать разрушение отдельных компонентов ввиду их реакции с гликолями, завоздушивание и разгерметизацию системы, токсичность и пожароопасность спиртов, слабо прогнозируемую теплоотдачу и прочие «прелести».

Остановимся лишь на насосе и наиболее распространенной незамерзающей жидкости — этиленгликоле.

Этиленгликоль и его смеси имеют в 2–4 раза большую вязкость, чем вода, и насос потребует более мощный по сравнению с рассчитанным традиционным способом. Опытным путем установлено, что необходимо предусмотреть запас по напору около 50–60 % и по производительности примерно 10–15 %.

В инструкции производителя обычно написано, что прибор разрешается использовать исключительно для перекачки дистиллированной или близкой к ней по составу воды. В исключительных случаях допускается эксплуатация с водогликолевыми смесями при содержании гликоля, чаще всего, не более 20 %. Смысл данного предупреждения вот в чем. В насосах с мокрым ротором охлаждение мотора происходит самой перекачиваемой жидкостью, которая поступает через сетку маленьких отверстий. Диаметр отверстий рассчитан таким образом, что вода проходит через них с необходимой для оптимального охлаждения скоростью. Молекулы многоатомных спиртов — органических соединения с гидроксильными группами (например, формула этиленгликоля: $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$) — значительно крупнее, чем молекулы H_2O , поэтому

скорость их протекания через отверстия ниже, следовательно, охлаждение происходит менее качественно. В конце концов, особенно если насос подобран, что называется, «впритык», он перегреется.

Для этого ведущие производители включают в распространенные серии своих насосов модели с увеличенными охлаждающими отверстиями, которые можно использовать в системах с незамерзающей жидкостью.

Ну и не стоит забывать, что используемые в качестве теплоносителя многоатомные спирты коррозионно активны, вступает в реакцию с некоторыми металлами и неметаллами. В плане насоса интерес представляют реакции с масляной краской, которой окрашены некоторые насосы изнутри, и материалами, использующимися для уплотнений вала.

По поводу других распространенных химических соединений, применяющихся в качестве антифриза, наиболее безвредным являются, пожалуй, одноатомные спирты (метанол, этанол, изопропанол). Что не отменяет их горючесть, летучесть, ядовитость и нераспространенность в свободной продаже.

Использование насоса с избыточными характеристиками

Слишком мощный насос неприятен шумом в трубах из-за чрезмерно маленького гидравлического сопротивления воды и возникающей вследствие этого турбулентности. Кроме того, пониженный перепад температуры теплоносителя в подающей и обратной линиях котла вызывает повышение средней температуры в радиаторах. Следовательно, теплоотдача отопительных приборов увеличивается, происходит перерасход топлива и электроэнергии.

Еще одна ошибка заказчика — это погоня за модой в ущерб качеству отопления. В системе все компоненты должны быть подобраны гармонично, без перекосов, лишь в этом случае можно добиться оптимальных характеристик.

Поясним на примере. Некий домовладелец, прочитав рекламу об экономичности насосов с электронным регулированием, оснастил свою систему такими же. Само по себе решение похвально, но оправдано ли? Насосы с электронным управлением оптимально подходят для контуров с переменным расходом теплоносителя, когда надо постоянно подстраивать количество подаваемого теплоносителя под число закрытых и открытых термовентилей, под угол

поворота трехходового смесителя и т.п. Если же оборудовать электронным насосом контур нагрева бойлера ГВС, ситуация в плане комфорта пользователя лишь ухудшится: уменьшение мощности по мере нагрева воды в емкости приведет к увеличению времени нагревания, следовательно, остальная система останется без отопления на более длительный период, в самом плохом случае до радиаторов дело так и не будет доходить ввиду непрерывного нагревания бойлера. Да и пользователю придется дольше ждать своего кипятка в кране.

При подборе и вводе в эксплуатацию не учитывались параметры давления

Следует различать два понятия: минимальный подпор и максимальное рабочее давление. Подпором называют давление на входе в насос, которое не должно опускаться ниже обозначенной производителем отметки. Иначе существует опасность возникновения кавитации в результате резкого перепада давления между входом в насос (низкое) и зоной рабочего колеса (высокое). Низкое давление на входе провоцирует увеличение размеров воздушных пузырьков в жидкости, а резкое повышение давления на рабочем колесе приводит к разрушению этих пузырьков: большой пузырь с высокой скоростью разлетается в разные стороны сотней «осколков», разрушающих рабочее колесо.



С максимальным рабочим давлением ошибок в коттеджном строительстве обычно не встречается, вероятно, потому, что эта величина у резьбовых насосов обычно равна 6 бар, в то время как в стандартных отопительных системах закладывается не более 3 бар. Более аккуратным надо быть с серьезными, фланцевыми насосами. Тут есть одна хитрость: сам насос может быть рассчитан на большую величину давления, чем присоединительный фланец, что вызовет трудности при монтаже из-за несовпадения отверстий.

Ошибки монтажа

Нередки сложности, возникающие ввиду неправильного или неудобного расположения насоса. Например, клеммная коробка повернута к стене (пожелание заказчика: чтобы было красиво, ничего не торчало). Как ее вскрывать и подводить кабели — неизвестно.

Монтаж вверх ногами и под разнообразными неприемлемыми углами опасен, собственно, потерей насосом работоспособности. Как правило, несоблюдение требований инструкции в этой части приводит к непопаданию воды на рабочее колесо, значительному ухудшению рабочих характеристик, перегреву насоса.

Расположение клеммной коробки под корпусом стандартного «мокророторного» насоса способствует конденсации содержащейся в воздухе влаги внутри коробки (она же не настолько герметичная), ржавлению и замыканию электрических контактов.

Заключение

В данной статье мы рассмотрели основные распространенные ошибки, встречающиеся при подборе и монтаже циркуляционного насоса. Подводя итоги, хотелось бы еще раз отметить, что главным заблуждением клиента является легкомыслие, проявленное в столь важном вопросе, переоценка собственных знаний или знаний продавца. Торгующие же компании должны быть более убедительными, рекомендуя клиентам заказать качественный проект у организации с лицензией, и по возможности избегать каких-либо конкретных советов в отсутствии полной, исчерпывающей информации об объекте.

В следующих номерах мы поговорим о других компонентах системы отопления, возникающих проблемах и путях их решения. □

Полимерные трубы. Классификация и назначение

В России насчитывается более 80 заводов, производящих полимерные трубы. Общие производственные мощности оцениваются на уровне 250–300 тыс. т труб в год. Заводы импортируют 20–25 экструзионных линий для производства полимерных труб за это же время. Производители условно поделены на три группы: крупные (их три, на них приходится примерно половина отечественного производства), средние (таких около десяти, объемы 1,5–3 тыс. т в год) и около 70 мелких.

Р. МУРАШОВ

Полимерные трубы в России

Ценовой разброс у производителей сократился, и потребители в большей степени стали обращать внимание на качество продукции и уровень обслуживания клиентов. Но ассортимент полимерных труб нуждается в расширении. С этим связано увеличение доли импортной продукции на отечественном рынке. Примерно половину импортируемых труб для водоснабжения и канализации (напорных и безнапорных) составляют трубы большого диаметра. Сложность их производства не в последнюю очередь связана с повышенными требованиями к качеству, в частности к точности соблюдения геометрических параметров. В России производство таких труб освоили три предприятия:

«Климовский трубный завод», входящий в холдинг «Евротрубпласт», Завод по переработке пластмасс ОАО «Казаньоргсинтез» (напорные трубы) и ООО «Бородино-пласт» (безнапорные трубы).

Классификация по материалам

Полимерные трубы производятся по ГОСТ или в соответствии техническим условиям, утвержденным Госстандартом России. Этими нормативными документами предписана маркировка труб, которая наносится на изделия. Она включает в себя обозначение завода-изготовителя, диаметр и толщину стенки (или отношение диаметра к толщине стенки), в некоторых случаях указана нормативная информация, область применения, рабочие давление и температура.

В первую очередь стоит рассматривать крупнотоннажные производства полимерных труб — из поливинилхлорида (ПВХ), полиэтилена (ПЭ) высокой и средней плотности (из ПЭ низкой плотности производится очень незначительное количество труб) и трубы из полипропилена (ПП). Эти три группы материалов занимают около 90% в объеме производства всех полимерных труб. Трубы из сшитого ПЭ, полибутена (ПБ), полиамида (ПА) в силу заданных требований (высокие рабочие температура, давление, устойчивость к химическим средам) и затратной технологии синтеза сырья сравнительно дороги.

Эксплуатационные параметры на трубах не пишутся и указываются в технической (паспортной) документации.

Классификация по назначению Напорные трубы

Применяются для транспортировки воды и газа, в химической промышленности — для продуктов и работы в средах, к которым ПЭ стоек. Этот материал отличается хорошей химической стойкостью: примерно из 200 тыс. химических сред можно найти всего лишь сотню-две, в которых полиэтилен подвержен изменениям. Существуют каталоги, позволяющие определить, какие полимерные трубы для каких химических сред пригодны. Важно учитывать и температурный режим транспортируемой среды.

Трубы для транспортировки воды в России выпускаются диаметром от 10 до 1200 мм. Стандартное давление, на которое они рассчитаны, — 10 бар, но производят и на 16, и на 25 бар. Увеличение диаметра (с сохранением толщины стенки) снижает параметр давления, на которое рассчитана труба.

Максимальная рабочая температура широко применяемых труб из ПЭ и ПВХ — 40–60°C. Для горячего водоснабжения и отопления требуются полимерные трубы из ПП, ПБ, сшитого ПЭ. Для этих труб стабильная рабочая температура — 75–95°C. Оптимальным вариантом в этой группе являются трубы из сшитого ПЭ (главным образом — РЕХ-b) в сопоставлении цена/эксплуатационные характеристики. Они превосходят по свойствам трубы из ПП и уступают трубам из ПБ, но существенно дешевле полибутиленовых труб.

Существуют особые полимерные материалы, которые также можно отнести к группе «экзотических», например поливинилфторид (ПВФ). Изготов-



www.worldwallpaperfree.com

ленные из него трубы выдерживают рабочую температуру 120°C и выше, но он дорог в сравнении с другими полимерами, используется крайне редко и только там, где трубы должны обладать исключительной химической и термической стойкостью. В мире мало предприятий, которые производят трубы из ПВХ.

Безнапорные трубы

Самая широкая область применения — внутренняя канализация зданий. Используются трубы из ПВХ и ПП, реже — из ПЭ (в силу меньшей пригодности). Для наружной канализации и сливных стоков — безнапорных и напорных канализаций малого давления — применяют трубы из ПЭ и ПВХ большего диаметра, чем трубы для водоснабжения и отопления. Нормативных документов для труб внешней канализации не существует, кроме ГОСТ на трубы и соединительные детали для внутренних канализаций зданий, которые в данном случае рассматриваются не отдельно, а в качестве единой системы. Удельная длина труб во внутренней канализации здания не столь значительна. Больше место занимают соединительные «двойники», «тройники». Внутри одного здания применяется около 30 типов соединительных деталей.

Сравнительные свойства труб Полимерные трубы

1. Высокая коррозионная и химическая стойкость, долговечность (гарантированный срок эксплуатации — от 25 лет). Исключено образование накипи на внутренней поверхности трубы.
2. Низкий коэффициент шероховатости ($K_{ш}$ стали равен $0,2K_{ш}$) полимерной трубы — в среднем в 20 раз меньше стальной — равен 0,01. Коэффициент шероховатости чугунных труб примерно в 40–50 раз больше, чем для полимерных труб. Требуют меньших затрат электроэнергии на перекачку жидкости (это утверждение актуально для горячего и холодного водоснабжения, поскольку там используется большая скорость потока транспортируемой среды).
3. В пять–семь раз легче стальных, что облегчает монтажные работы, особенно в стесненных условиях, поэтому небольшие перемещения их при монтаже не требуют грузоподъемных механизмов, недорогая доставка.
4. Низкая теплопроводность стенки, снижающая тепловые потери и уменьшающая образование конденсата на наружной поверхности труб.



5. Отсутствие необходимости в обслуживании и катодной защите. Стыковая сварка полиэтиленовых труб дешевле, проще, занимает меньше времени, не требует дополнительных расходных материалов; есть возможность многократного монтажа и демонтажа при низких затратах. Имеет место высокая надежность сварных швов соединений в течение всего срока эксплуатации трубопроводов. Отменная ремонтпригодность труб позволяет быстро ликвидировать механические повреждения.
6. Низкая вероятность физического разрушения трубопровода при замерзании жидкости, т.к. при этом труба увеличивается в диаметре, затем, при оттаивании жидкости, приобретает прежний размер; практически отсутствует опасность физического разрушения трубопровода от гидроударов вследствие сравнительно низкого модуля упругости. Стандартный запас прочности полимерных труб — 50–60 % сверх расчетного рабочего давления.
7. Существует возможность поставки длинномерными отрезками (бухтами), что сокращает сроки и стоимость монтажа и прокладки трубопровода (на 1 км газопровода диаметром 110 мм придется всего два стыка), гибкость некоторых видов труб позволяет проходить повороты трассы трубопровода без использования фасонных деталей.
8. Можно объединить в одной оболочке до четырех труб, что позволяет максимально оптимизировать схему прокладки в зависимости от назначения и характера трассы.
9. Есть возможность использовать полимеры для ремонта (фактически — для восстановления) стальных трубопроводов: протяжка профилированных полиэтиленовых труб внутри изношенных стальных незначительно изменя-

ет диаметр водопровода, что позволяет сохранить в нем давление. Профилированная труба восстанавливает свою первоначальную форму и плотно прилегает к стенкам трубы под воздействием пара. Протяжка применима для реконструкции водопроводов Ø100–500 мм. Существующая труба используется как футляр. Это напрямую уменьшает объем земляных работ, затраты на капитальный ремонт, сокращает сроки работ.

10. Полимерные трубы позволяют получить экономию воды при промывке вводимых в строй трубопроводов — их достаточно промыть один раз, тогда как стальные — минимум три раза.

11. Минимальная звукопередача в помещении, которая достигается за счет высокой упругости стенки. Это позволяет увеличивать скорость транспортируемой жидкости.

Стальные трубы

1. Одно из главных преимуществ стальных труб — прочность. Это имеет значение при перемене по трубопроводам высоконапорных сред. В жилищно-коммунальной сфере прочностные качества стальных труб во внутренних санитарно-технических системах используются всего на 2–12 %, а в инженерных — до 30 %.
2. Устойчивость к разрывному давлению позволяет делать толщину стенки у стальной трубы в 1,5–3 раза меньше, чем у полимерной.
3. Еще одно положительное свойство — низкий показатель теплового расширения. Линейное удлинение стальной трубы примерно в 20 раз меньше, чем трубы из сшитого полиэтилена.
4. Практически 100-процентная газовая и кислородная герметичность. Это свойство прежде всего используется в замкнутых инженерных системах для предотвращения их завоздушивания (например, теплоснабжение).
5. Коррозия — основной недостаток стальных труб, небольшой срок эксплуатации — максимум 10–15 лет. Продукты коррозии ухудшают качество воды и засоряют внутреннюю полость труб, уменьшая их пропускную способность и ухудшая работу арматуры и устройств системы автоматического регулирования. Заращение внутренней поверхности труб приводит к увеличению стоимости 1 м³ воды до 50 %. Затраты электроэнергии на производство и реализацию 1 м³ воды на 30 % выше средневропейского уровня.

6. Пропускная способность стальных труб при прочих равных ниже, потому что внутренняя поверхность шероховатая, что вызывает завихрения в потоке жидкости и затрудняет ее продвижение.
7. Стальные трубы имеют большой вес, монтаж системы из стальных труб — трудоемкое дело, требующее высокой квалификации монтажников.
8. Высокая теплопроводность при транспортировке холодной воды — недостаток: трубы «отпотевают», корродируют снаружи, увлажняется и разрушается прилегающая к ним стена.
9. Монтаж сетей из стальных труб осуществляется на резьбе или с помощью сварки. Сварной стык — самый уязвимый для коррозии участок. Известковые отложения не позволяют фитингам плотно соединять (обжимать) трубы.
10. Электропроводность, неустойчивость к агрессивной химической среде и высокий процент разрушений при замерзании жидкости.
11. Ограниченная длина поставляемых отрезков (на 1 км газопровода Ø110 мм приходится от 84 стыков), гибкость ограничена, требуется много фасонных и соединительных деталей.

Сталь и пластик: практика применения

Несмотря на очевидные преимущества полимерных труб перед металлическими, не стоит забывать о том, что «полимеры» имеют жесткие ограничения по рабочему давлению, напрямую зависящему от средней температуры всего срока эксплуатации, а также максимальному диаметру трубы. С этими ограничениями, увы, приходится считаться. Расчет эксплуатационных характеристик производится по ISO 13760 «Пластмассовые напорные трубы для транспортировки жидкостей. Правильно Майнера. Метод расчета накопленных повреждений». Например, первое, что сделали немцы после объединения Германии — переложили в Берлине и в восточной части страны изношенные коммуникации, заменили их более долговечными трубами из полимерных материалов.

При температуре выше 75°C проявляются преимущества сшитого полиэтилена. Более низкая базовая цена полипропилена не может их компенсировать. Поэтому полипропилен в виде наиболее теплостойкой его разновидности — рандом-сополимера — применяют, в основном, в системах холодного и горячего водоснабжения.

Сшитый полиэтилен РЕХ является перспективным материалом для теплоснабжения — без ущерба для своих физических качеств он выдерживает принятую в России температуру теплоносителя 95°C. Под сшивкой понимается процесс связки звеньев молекул в широкаячестную трехмерную сетку за счет образования поперечных связей. Производят также трубу с противокислотным диффузным барьером из алюминия — РЕХ/АL/РЕХ, но это композитная труба и ее нельзя рассматривать рядом с РЕХ. Она не имеет расчетного срока службы (его нельзя посчитать).

Оптимальными прочностными и теплофизическими свойствами обладают трубы из РЕХ-б: затраты на их производство сравнительно низки, материал самостоятельно через четыре-шесть месяцев после экструзии приобретает необходимые по ГОСТ 65 % сшивки. Для этого не требуется сложного вспомогательного оборудования — на выходе из экструдера материал имеет уже 20 % сшивки. Высокой однородности степени сшивки по всей толщине стенки можно добиться и ускоренным методом в течение двух-восьми часов под воздействием пароводяной ванны. Прочностные свойства РЕХ-б позволяют производить трубы с большим наружным диаметром — до 500 мм. При выборе полимерной трубы специалист всегда исходит из проектной документации. Затем оперирует ГОСТами и ТУ полимерных труб, в которых содержится полная информация о продукте. Осуществлять подбор, опираясь только на маркировку, нанесенную на трубы, нельзя.

Продукция отечественных производителей соответствует международным стандартам качества системы ISO и нормам стран Европейского сообщества. Если взять две одинаковые трубы (один и тот же материал, назначение и одна область применения), изготовленные российским или иностранным заводами, то, по утверждениям экспертов, определяющим фактором будет ценовое предложение.

Причина задержки массового использования пластиковых труб в России

Сталь в Советском Союзе была дешевле полимеров. Этот факт в значительной мере тормозил отечественное производство полимерных труб. В последние годы существования СССР был запланирован общий объем производства поли-

мерных труб 250 тыс. т., а реально было произведено 220 тыс. т, в то время как США за тот же временной отрезок произвели почти 2 млн т, Западная Европа — 2 млн т. В это время производство стальных труб в Советском Союзе неуклонно росло, в США и Западной Европе — наоборот, падало с перемещением акцента в сторону увеличения производства полимерных труб. Еще двадцать лет назад в Западной Европе 98 % газораспределительных сетей были выполнены из полимерных труб. В нашей стране сегодня менее 30 % газораспределительных сетей «одеты» в пластик.

Второй серьезной проблемой на пути внедрения полимерных коммуникаций в России выступила неподготовленность строительных организаций: отсутствие оборудования и опыта. Производители же полимерных труб форсированными темпами наладили производство соединительных деталей, количественный недостаток которых также сильно сдерживал строительство пластиковых трубопроводов.

Мировой опыт показывает, что надежность полимерных трубопроводов в эксплуатации существенно выше, чем стальных. В Европе и США полимерные газо- и водопроводы, пролежав в земле два десятка лет, не претерпели никаких изменений. Мировая практика уже доказала, что в горячем и холодном водоснабжении альтернативы полимерам уже нет. Стремится нагнать упущенное и Россия. Снизив температурный график горячего водоснабжения с 65°C до 55°C на выходе от источника тепла, государство стремится таким способом стимулировать внедрение полимеров в инженерных коммуникациях, т.к. температурный порог 60°C отрицательно влияет на большинство производимых ныне полимерных труб, в три-четыре раза сокращается срок их службы.

Основная работа сосредоточена в лабораториях полимеропроизводящих компаний и направлена на улучшение исходных свойств уже известных полимеров, создание новых. Целью достижения являются высокая прочность, возможность держать высокое давление (армированные трубы из композитных материалов способны выдерживать в качестве рабочего давления 40–70 бар), температуру и изготовление труб максимально большего и малого диаметра. Идет постоянный и непрерывный поиск путей повышения простоты и надежности соединений. □

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...



Шибберные 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...



Задвижки с обрезиненным клином

Стандартное применение: водоснабжение, пожаротушение...



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...

Мембранные вентили

Прямой проход / дугообразный проход

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



Воздушные сбросные клапаны и разборные соединения



Магнитная обработка воды против накипи

Вода, используемая в городских водопроводах, как правило, жесткая. Такая вода содержит минералы, которые откладываются на внутренней поверхности трубы, водонагревателей, бытовой техники. Получающиеся в результате процесса наросты препятствуют току воды, засоряют отверстия и клапаны. Наросты внутри водонагревателей, бойлеров, котлов, теплообменников ухудшают теплопередачу, что приводит к перерасходу энергии и вызывает преждевременный износ оборудования. Кроме того, накипь способствует возникновению очаговой коррозии, разрушающей трубы.

В. ЖАБРИКОВ, технический директор ООО «Магнитные водные системы»

Внастоящий момент существует несколько распространенных способов борьбы с накипью:

1. Умягчение — использование катионных и анионных смол, с помощью которых происходит замена солей кальция на соли натрия.
2. Дозирование химпрепаратов — к примеру, дозирование в воду полифосфатов для связывания кальция.
3. Безреагентная обработка воды — подразумевает под собой ультразвуковую или радиочастотную обработки.
4. Обратноосмотическая очистка воды — применение специальных мембран, задерживающих примеси.
5. Механическая очистка — это чистка труб и теплообменников механическими приспособлениями уже после образования на них накипи.

Магнитные преобразователи воды МПВ (MWS — Magnetic Water System) — можно отнести к группе устройств безреагентного способа обработки воды. МПВ преобразует воду в другую физическую форму, оставляя химический состав тем же, что и до обработки.

МПВ-устройства предназначены для обработки потока воды постоянным магнитным полем. Данный метод давно известен, но популярным в Европе стал только после разработки магнитов нового поколения с высокими техническими характеристиками.

Этот метод не требует химических реактивов и электроэнергии, и является абсолютно экологически чистым и безвредным для человека. МПВ-устройства активно применяются в квартирах и коттеджах для исключения накипи в трубах горячего и холодного водоснабжения, водонагревателях и бытовых приборах, а также широко применим и в промышленности.

Применение МПВ весьма разнообразно: водонагреватели, пластинчатые теплообменники, конденсаторы, системы воздушного кондиционирования, циркуляционные насосы, вспомогательные насосы, промышленные машины для приготовления кофе и горячих напитков, охлаждающие башни, охлаждающие системы циркуляции, паровые котлы, паровые плиты, стиральные машины, очистительные установки высокого давления для горячей воды, паровые печи.

В МПВ используется не обычный магнит, а несколько магнитов (сплав редкоземельных металлов), связанных в единую систему. Поэтому срок службы МПВ значителен и определяется степенью размагничиваемости постоянных магнитов. В среднем она составляет приблизительно 0,2 % за 10 лет.

Главная деталь магнитного преобразователя воды — многополюсный магнитный элемент цилиндрической формы, создающий аксиально-симметричное магнитное поле, аксиальная и радиальная составляющие которого при переходе от полюса к полюсу меняют направление на противоположное. Магнитный элемент установлен в корпусе соосно. Корпус представляет собой стандартную трубу из ферромагнитного материала (сталь 10 и сталь 20 с цинковым покрытием) и составляет единую магнитную систему.

За счет имеющейся в данной системе топографии поля достигается максимальная эффективность воздействия магнитного поля на воду.

Устройства МПВ стандартно выпускаются следующих видов: бытовая серия MWS Dy8–10 с резьбовыми неразъемными соединениями; типовая серия MWS Dy15–32 с резьбовыми неразъемными соединениями; промышленная

серия MWS Dy40–325 с фланцевыми соединениями. Магнитный преобразователь воды с фланцевыми соединениями устанавливается в разрез водопроводной трубы. В качестве источника магнитного поля использован современный магнитный материал системы «неодим-железо-бор» с магнитной энергией (BH) более 260 кДж/м³. Размерный ряд МПВ представлен в табл. 1.

Размерный ряд магнитных поляризаторов воды с фланцевыми соединениями сечением Dy125–250 построен исходя из стандартных значений условного прохода (Dy) выпускаемых стальных труб: радиальная составляющая магнитной индукции вблизи внутренней стенки корпуса устройства не более 0,2 Тл (для бытовой серии устройств); число участков перемены знака магнитной индукции — 5–6 (по типоразмеру); градиент значения магнитной индукции от 0,7 до 1,8 Тл/см (в зависимости от типоразмера и расположения точки наблюдения в рабочем зазоре магнитной системы); рабочая температура воды до 125 °С.

Преимущества магнитной обработки воды

Чего же можно ожидать обычному потребителю от применения МПВ для различного оборудования?

Трубопроводы. Новые трубы остаются свободными от известкового налета, значительно увеличивается срок эксплуатации трубопроводов. В действующих трубопроводах слой существующей накипи становится пористым, разбивается на отдельные фрагменты и вымывается из трубопровода водой в виде суспензии. Ржавчина и другие коррозионные композиты также могут быть растворены, если они смешиваются с известью. Системы магнитной обработки воды МПВ снижают риск образования как поверхностной, так и турбулентной коррозии, формируют защитную пленку на стенках труб.

Водонагреватели — накопительные и проточные. Новые водонагреватели до температуры воды 70 °С останутся свободными от известкового налета на нагревательных змеевиках/элементах и стенках внутреннего бака. Минимальное количество извести может выпасть в виде осадка. При температуре выше 70 °С объем известкового осадка будет больше, однако змеевики и нагревательные элементы, а также стенки внутренних баков остаются свободными от известкового налета. Существующие

щий известковый слой на уже эксплуатирующихся нагревательных элементах и змеевиках и стенках внутренних баков становится пористым и облупливается. В результате получившийся осадок может быть удален при помощи фильтрации или очистки внутренней поверхности бака. Установка системы магнитной обработки воды увеличивает интервалы обслуживания теплообменников по крайней мере в четыре раза.

Насосы. Насосы остаются свободными от известкового слоя, увеличивается срок их службы, уменьшаются расходы на их обслуживание, повышается эффективность, снижается потребление энергии. Отсутствие известкового налета в насосе значительно уменьшает проблему потерь давления в системе.

Недостатки метода

Существует ряд некоторых факторов, которые заметно влияют на эффективность работы МПВ.

1. При хранении воды в любой емкости в течение нескольких (3–5) дней, в зависимости от качества и температуры воды, часть ее положительных свойств теряется. Чтобы поддерживать их в течение более длительного периода, воду необходимо обработать снова.
2. Снижают эффективность магнитной обработки воды внешние физические факторы: высокая турбулентность или воздействие внешнего магнитного поля (в насосах); высокая температура воды, поддерживаемая в течение длительного периода времени (в накопительных водонагревателях); падение давления (в вакуумных или вспомогательных насосах); окисление (в охладителях).
3. Для повышения эффективности работы требуется установка дополнительных устройств, что увеличивает стоимость всей конструкции. В частности, такая дополнительная установка необходима для магнитной обработки воды на нагнетающем патрубке насоса в случаях: циркуляции холодной воды, циркуляции горячей воды, во вспомогательных станциях, в охладителях.
4. Негативно сказываются на работе устройств ферромагнитные отложения — ржавчина, частицы металла с труб, окислы. Они притягиваются магнитной системой и осаждаются на ее поверхности в виде илистых отложений, которые сужают сечение МПВ и шунтируют магнитное поле, чем ухудшают работу преобразователя. Этот процесс длительный (в зависимости от состава

Размерный ряд магнитных преобразователей воды

табл. 1

Модель	Соединение		Производительность, м³/ч		
	DN	дюйм	min	middle	max
Бытовая серия					
MWS Dy8	20	1/4	0,08	0,4	0,7
MWS Dy10	15	3/8	0,1	0,5	0,9
Типовая серия					
MWS Dy15	15	1/4	0,2	1,35	2,5
MWS Dy20	20	3/8	0,5	2,25	4
MWS Dy25	25	1	1	4	7
Промышленная серия					
MWS Dy32	32	1 1/4	1,8	5,9	10
MWS Dy40	40	1 1/2	2,5	7,75	13
MWS Dy50	50	2	3,5	11,7	20
MWS Dy65	65	2 1/2	5	20	35
MWS Dy80	80	3	8	26,5	45
MWS Dy100	100	4	12	51	90
Промышленная серия +					
MWS Dy125	125	5	20	85	170
MWS Dy150	150	6	30	130	260
MWS Dy200	200	8	55	215	435
MWS Dy250	250	10	100	400	700

Максимальный расход воды через водопотребителей

табл. 2

Тип водопотребителя	Расход воды, л/мин.	Тип водопотребителя	Расход воды, л/мин.
Кран Dy15	20	Смеситель ванной	10
Кран Dy20	30	Биде	10
Кран Dy25	60	Унитаз (DIN 19542)	20
Душ	15	Стиральная машина	15
Умывальник ванной	20	Посудомоечная машина	10
Кухонный смеситель	10		

воды может происходить от одного года до пяти и даже десяти лет). Уменьшить количество отложений на магнитной системе преобразователя можно, установив перед МПВ сетчатый магнитный фильтр с соответствующей пропускной способностью. Внутри этого фильтра находится металлическая сетка из нержавеющей стали для фильтрации механических примесей (песок, ржавчина, окалина) и магнит, который притягивает ферромагнитные примеси.

Еще одним существенным недостатком в применении всех видов преобразователей на постоянных магнитах является строгое ограничение по потоку воды, протекающему через прибор.

Расход воды и финансовая целесообразность

Для выбора необходимого МПВ-устройства необходимо знать расход воды в системе. На предприятии этот параметр указывается в технической документации. Для индивидуального жилья

(в первую очередь — коттеджей) существуют специальные методики точного расчета расхода воды, например:

1. В коттедже (квартире) определяется общее количество смесителей, душевых, унитазов, биде, стиральных и посудомоечных машин и прочих точек.
2. Производится сверка с табл. 2 и вычисляется максимальный расход воды. Минимальный расход определяется устройством с наименьшим водопотреблением. В соответствии с максимальным расходом воды подбирается тип МПВ.

Финансовая целесообразность установки магнитного преобразователя рассчитывается для каждого конкретного случая отдельно. Стоимость МПВ сопоставима, а чаще всего меньше существующих смягчителей воды или любого другого способа предохранения от накипи. Но МПВ не требует дополнительного обслуживания или расходов на реагенты, следовательно, все денежные затраты по эксплуатации МПВ в течение года будут равны нулю. □

Расчет максимального слоя осадка на фильтре

Основная проблема качества воды в источниках нецентрализованного водоснабжения (например, артезианские скважины) для Москвы и Подмосковья — это повышенное содержание железа. Только что вытекшая из скважины вода буквально на глазах мутнеет, выпадает бурый осадок. Причина простая: происходит окисление железа, растворенного в воде без доступа воздуха в глубинных слоях, от соприкосновения с кислородом на поверхности. И дело тут вовсе не в железных трубах, по которым вода поступает из скважины. Без доступа воздуха трубы с водой не ржавеют.

Г.Н. МОКРИНСКАЯ, инженер-эколог

Железо — один из самых распространенных элементов в природе. Его содержание в земной коре составляет около 4,7% по массе, поэтому железо, с точки зрения его распространенности в природе, принято называть макроэлементом. В природной воде железо содержится в виде соединений, в которых оно может быть двухвалентным или трехвалентным. В свою очередь, соединения железа могут образовывать истинные или коллоидные растворы. На воздухе железо двухвалентное быстро окисляется до железа трехвалентного, растворы которого имеют бурую окраску. Таким

образом, поскольку соединения железа в воде могут существовать в различных формах, точные результаты могут быть получены только при определении суммарного железа во всех его формах, т.н. «общего железа», хотя иногда возникает необходимость определить железо в его индивидуальных формах.

СанПиН 2.1.4.1175-02 на питьевую воду устанавливает норму 0,3 мг/л для железа, а колебания для подземных вод Подмосковья — от 0,5 до 20 мг/л. В Московской области вода, используемая для нецентрализованного водоснабжения (артезианские скважины, колодцы),

содержит железо, значительно превышающее норму. Настоящий бич загородных систем водоочистки — железо в коллоидной форме: нерастворимые частицы малого размера с высоким поверхностным зарядом, в результате чего они отталкиваются друг от друга. Это препятствует их укрупнению и оседанию, из-за этого коллоидное железо находится в воде во взвешенном состоянии. Такая суспензия моментально забивает всю каталитическую загрузку, в результате последняя плохо отмывается, и ее приходится часто перезасыпать. Конечно, это невыгодно экономически. Поэтому такое железо удаляют из воды преимущественно методом механической очистки.

Очень важно подобрать фильтр так, чтобы, с одной стороны, содержащееся в воде железо задерживалось достаточно эффективно, и вода после фильтра поступала на гранулированный материал уже в достаточной мере избавленной от коллоидов, с другой — не требовать слишком частой промывки.

Производители фильтров механической очистки обычно указывают на своих изделиях диаметр пор и скорость фильтрации, но необходимо помнить, что эти данные верны лишь в начальный момент, когда сетка еще чистая. По мере накопления осадка производительность начинает определяться не параметрами фильтра, а высотой слоя осадка коллоидного железа. Поэтому для каждой конкретной модели и воды определенного качества необходимо определить, какова допустимая высота этого слоя, т.е. в какой момент фильтр забьется настолько, что перестанет пропускать воду.

В данной работе автор провел теоретические расчеты, которые затем подтвердил практическими исследованиями. Для опытов автором был выбран фильтр на трековых мембранах в силу ряда причин [1]:

1. Трековая мембрана — это тонкая (0,012 или 0,023 мм) лавсановая (полиэтилентерефталат, PET) пленка с порами диаметром 0,2 или 0,3 мкм (0,0002 или 0,0003 мм) с плотностью пор по всему полю пленки до 400 млн отверстий на 1 см². Она в достаточной степени соответствует размеру коллоидных частиц (около 1 мкм), которые необходимо задержать. В то же время отверстия не являются слишком узкими, что отрицательно сказалось бы на производительности в начальный период фильтрации и нарушило чистоту эксперимента.



www.worldwallpaperfree.com

2. Геометрия пор в мембране, полученной травлением треков, представляет собой ансамбль параллельных цилиндрических отверстий одинакового размера и идеально подходит для лабораторных экспериментов. Мембраны, изготовленные другими способами (спекание, экструзия или выщелачивание), этим ценным качеством не обладают.

Для очистки была выбрана аналитическая трековая мембрана производства ЗАО «Реатрек» (г. Обнинск).

Выбранный фильтр представляет собой корпус из пластмассы размерами $200 \times 68 \times 5$ мм, со штуцером для выхода отфильтрованной воды (рис. 1). Таким образом, площадь поверхности фильтра составляет $0,0272 \text{ м}^2$:

$$S = 2 \times 200 \times 68 \times 10^{-6} = 0,0272.$$

На боковых сторонах корпуса находится трековая мембрана, через которую и происходит фильтрация воды. Диаметр пор в трековой мембране равен $0,4 \times 10^{-6} \text{ м}$. Частота нахождения пор на мембране — 10 %. Поэтому поверхность фильтрования составляет $0,00272 \text{ м}^2$:

$$F = 0,1S = 0,1 \times 0,0272 = 0,00272.$$

Исходя из того, что состав исследуемой воды является суспензией, а способ микрофильтрации по своим характеристикам наиболее приближен (из всех мембранных процессов) к процессу простой фильтрации, целесообразно применять для расчета методику фильтрования суспензий с образованием осадка. Схема процесса фильтрования представлена на рис. 2.

При фильтровании суспензия разделяется с помощью пористой перегородки на жидкую фазу в виде фильтрата и твердую фазу в виде осадка. Движущей силой процесса фильтрования является разность давлений по обе стороны фильтрующей среды, которая состоит из фильтрующей перегородки и слоя образующегося на ней осадка. Процесс фильтрования описывается основным уравнением фильтрования [2]:

$$\frac{dV}{d\tau} = F \frac{\Delta p(\tau)}{\mu [R_o(\tau) + R_c(\tau)]}. \quad (1)$$

где V — объем фильтрата; F — поверхность фильтрования; τ — продолжительность фильтрования.

Основной характеристикой процесса является скорость фильтрования — объем фильтрата, получаемый за единицу времени с единицы поверхности фильтра. Скорость фильтрования прямо пропорциональна разности давлений Δp , обратно пропорциональна вязкости

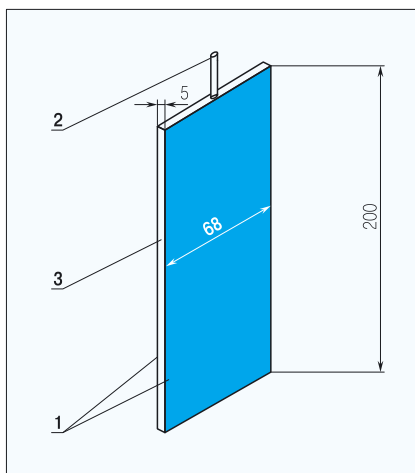


Рис. 1. Фильтр, использующийся в эксперименте (1 — мембрана; 2 — корпус фильтра; 3 — трубка для подачи отфильтрованной воды)

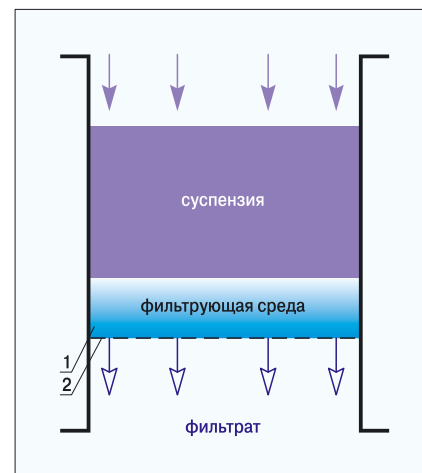


Рис. 2. Схема фильтра для разделения суспензии (1 — осадок; 2 — перегородка)

фильтрата μ и сопротивлению фильтрующей среды, т.е. сумме сопротивлений слоя осадка R_o и фильтрующей системы R_c . В большинстве случаев R_o существенно больше R_c . Толщина осадка h_o , а, следовательно, и его сопротивление в процессе фильтрования увеличивается, в том числе и за счет его сжатия под действием Δp и закупорки каналов мелкими частицами. Сопротивление перегородки также изменяется вследствие забивки ее пор и сжатия.

На величину сопротивления осадка и перегородки кроме гидродинамических факторов, т.е. размеров и формы пор перегородки, формы, размеров и удельной поверхности частиц осадка, оказывают влияние и физико-химические факторы: степень коагуляции частиц осадка, наличие на них сольватной оболочки, содержание в суспензии смолистых и коллоидных примесей, набухание материала перегородки, изменение поверхностного натяжения жидкости в порах осадка



www.worldwaterfree.com



и перегородки, образование у стенок пор неподвижного слоя жидкости, электростатические поля, возникающие на границе раздела фаз при наличии ионов в суспензии. Влияние этих факторов увеличивается с уменьшением размеров частиц осадка и пор перегородки.

Будем считать, что осадок и перегородка несжимаемы, т.е. их пористость и удельное сопротивление потоку жидкости постоянны в течение всего процесса. Не будем также учитывать возможное увеличение R_0 и R_c за счет влияния физико-химических факторов. Тогда R_c будет постоянной величиной, а R_0 можно записать в виде $R_0 = r_0 h_0$, где r_0 — удельное объемное сопротивление осадка (сопротивление потоку фильтра равномерного слоя осадка толщиной 1 м). Обозначив отношение объема осадка V_0 к объему фильтра через x_0 :

$$h_0 = \frac{V_0}{F} = \frac{V V_0}{V F} = x_0 \frac{V}{F},$$

то есть:

$$R_0 = r_0 x_0 \frac{V}{F}. \quad (2)$$

Основное уравнение фильтрования с образованием несжимаемого осадка на несжимаемой перегородке примет вид:

$$\frac{dV}{d\tau} = F \frac{\Delta p}{\mu \left[r_0 x_0 \frac{V}{F} + R_c \right]}. \quad (3)$$

Это уравнение используется для расчета производительности фильтра заданной поверхности или наоборот — необходимой поверхности по заданной

производительности. Значения величин r_0 и R_c определяются экспериментально. Методику расчетов этих констант фильтрования будет подробно изложено в одном из следующих номеров нашего журнала.

На практике используются два основных режима фильтрования — постоянного перепада давления и постоянной скорости фильтрования. В данном случае имеет место режим постоянного перепада давления, обеспечивающийся постоянным перепадом высот ($\Delta p = \rho g \Delta h$). После разделения переменных и интегрирования от 0 до V и от 0 до τ основное уравнение фильтрования выглядит так:

$$\frac{r_0 x_0}{2F} V^2 + R_c V = \frac{F \tau \Delta p}{\mu}. \quad (4)$$

Из уравнения (2):

$$x_0 = \frac{F h_0}{V},$$

поэтому основное уравнение фильтрования примет вид:

$$\frac{r_0 F h_0}{2F V} V^2 + R_c V = \frac{F \tau \Delta p}{\mu};$$

$$\frac{r_0 h_0}{2} V + R_c V = \frac{F \tau \Delta p}{\mu}.$$

Разделим уравнение на τ :

$$\frac{r_0 h_0}{2} \left(\frac{V}{\tau} \right) + R_c \left(\frac{V}{\tau} \right) = \frac{F \Delta p}{\mu};$$

$$h_0 = \frac{2 \left(\frac{F \Delta p}{\mu} - R_c \frac{V}{\tau} \right)}{r_0 \frac{V}{\tau}}. \quad (5)$$

В полученном уравнении V/τ — это предельная скорость, при которой фильтрование можно считать невыгодным. В качестве такой минимальной скорости принимаем капельный режим, т.е. $V/\tau = 10 \text{ мл/с} = 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$.

Теперь подставим в уравнение (5) исходные данные и найдем, что максимально допустимая расчетная высота осадка равна 0,0254 м или 2,54 см (интересно, что получился ровно 1") при $F = 0,00272 \text{ м}^2$, $\Delta p = 9800 \text{ Па}$, $m = 5 \times 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$, $R_c = 1,6 \times 10^9 \text{ м}^{-1}$, $r_0 = 4,06 \times 10^{12} \text{ м}^{-1}$:

$$h_0 = \frac{2 \left(\frac{F \Delta p}{\mu} - R_c \frac{V}{\tau} \right)}{r_0 \frac{V}{\tau}} =$$

$$= \frac{2 \left(\frac{0,00272 \times 9800}{5 \times 10^{-5}} - 1,6 \times 10^9 \times 10^{-5} \right)}{4,06 \times 10^{12} \times 10^{-5}} =$$

$$= \frac{2 \left(5,28 \times 10^5 - 1,6 \times 10^4 \right)}{4,06 \times 10^7} = 0,0254.$$

Экспериментальный показатель предельного слоя осадка, полученный в ходе опытов, при котором фильтрация фактически прекращается, соответствует расчетной величине h_0 с учетом погрешности и составляет 2,5 см.

Итак, мы получили очень важную характеристику фильтра, а именно: при какой высоте осадка вода перестанет проходить через мембрану, и потребуются обратная промывка. На практике, однако, не следует доводить фильтр до такого состояния, т.к. это сказывается на скорости фильтрации, и значительно усложняет последующее удаление спресовавшегося и забившего сетку осадка с поверхности фильтра. Данную методику расчетов можно с успехом применять для любых сетчатых фильтров.

В примере в качестве критического взят капельный режим протока, но, разумеется, эта величина может быть какой угодно в пределах начальной максимальной производительности фильтра. Разница давлений равна атмосферному, поскольку экспериментальная мембранная установка работает под действием гравитации, не будучи подсоединена к водопроводу. Для иных случаев можно использовать данные производителя и показания установленных на трубопроводе манометров.

Как видно, верный выбор фильтра механической очистки должен основываться не только на теоретических расчетах, но на и экспериментальных данных (определение сопротивлений фильтрующей перегородки и слоя осадка). Лишь в этом случае будет обеспечен грамотный подбор фильтра. \square

1. Мокринская Г.Н. Трековые мембраны: изготовление и применение // Журнал «С.О.К.», №12/2009.
2. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. В 2-х кн. — М.: Химия, 1995.

Отопление и горячее водоснабжение на новый лад

Все мы любим, когда у нас дома светло, тепло и есть горячая вода. Но ради всего этого где-то приходится сжигать газ, уголь, т.е. загрязнять атмосферу — несмотря на то, что в нашей стране давно используются устройства, позволяющие использовать возобновляемые источники энергии для получения тепла и электроэнергии. Но исторически сложилось, что такие устройства находили применение, в основном, в промышленном секторе. Сейчас ситуация очень быстро меняется — еще вчера мы не могли представить себе, что в своем частном доме будем использовать установки альтернативной энергетики, а уже сегодня они предлагаются на рынке в достаточном объеме. Причины здесь у каждого свои, но, пожалуй, основные — это энергонезависимость и возможность бесплатно использовать энергию из возобновляемых источников, будь то солнце, ветер, геотермальная энергия и даже энергия, заключенная в древесине. Все это дает нам природа совершенно бесплатно!

Тарас Васильевич БАБЕНКО, технический директор ООО «ACV Rus»

Необходимость в накоплении тепловой энергии возникает в силу естественных причин. Ведь солнце светит не круглые сутки, да и погода на улице может меняться в зависимости от времени суток, не говоря уже о времени года. В таких случаях и применяют «теплоаккумуляторы» — накопительные емкости большого объема, где теплоноситель предварительно нагревается, хранится до необходимого момента и, в случае необходимости, используется для обогрева жилища или нагрева горячей воды.

Инженеры компании ACV решили совместить в одном устройстве теплоаккумулятор и водоподогреватель косвенного нагрева.

Компания ACV — это бельгийская компания, специализирующаяся в области производства устройств для нагрева санитарной горячей воды еще с 1922 г., и известная на российском рынке уже более 15 лет.

Компания предложила рынку интересное устройство, которое имеет функциональность и теплоаккумулятора, и водонагревателя — модель ACV Smart Line Multi Energy. Выделяет данный водонагреватель, главным образом, новая технология «бак в баке». Согласно этой концепции, в бак с теплоносителем (нагреваемым, например, в солнечных панелях, твердотопливном котле или тепловом насосе) погружен второй бак из нержавейки, в котором нагревается и хранится санитарная вода.

Преимущества здесь в том, что вся санитарная вода прогревается равномерно и полностью, чего нельзя сказать про обычные водонагреватели, в которых через емкость с санитарной водой проходит змеевик с теплоносителем. В системах с обычными водонагревателями как раз из-за зон «плохого» неравномерного прогрева возможно развитие болезнетворных бактерий и, соответственно, появление неприятных запахов.

В дополнение, форма внутреннего бака водонагревателя компании ACV имеет волнообразный профиль, что как увеличивает поверхность теплообмена, так и позволяет внутреннему баку самоочищаться от накипи. Поэтому эффективность нагрева такого прибора остается высокой в течение всего срока эксплуатации. В сочетании с малыми потерями тепла — ведь водонагреватель утеплен теплоизоляцией из пенополиуретана толщиной не менее 50 мм — можно говорить о высокоэффективном приборе.

Системы теплоснабжения, в составе которых присутствует теплоаккумулятор, хорошо себя зарекомендовали в большинстве европейских стран — в Германии, Швеции, Испании и Чехии. Именно в этих «продвинутых» европейских странах используются современные системы отопления, в состав которых обязательно входит теплоаккумулятор, а устройство, использующее возобновляемые источники энергии, считается чуть ли не нормой. Конечно, не отказываются европейцы и от традиционных источников теплоснабжения, например, от газовых котлов, но в целом такие источники рассматриваются как вспомогательные. К тому же, в Европе под «газовым котлом» обычно понимается высокоэффективный конденсационный котел.

Если ранее водонагреватель рассматривался только как устройство для нагрева санитарной воды, то теперь он может стать чуть ли не центральным элементом всей системы отопления.

А компания ACV, чье официальное представительство заработало теперь и в России, рада предложить вам свою продукцию высокого европейского качества! ■



excellence in hot water

ООО «ACV Rus»

Тел. +7 (495) 545-58-00

E-mail: tech@acv.ru

www.acv.com

О «диагностических» функциях приборов учета

В 2000 г. в «мире теплоучета» произошло одно неординарное событие: Главгосэнергонадзор своим письмом №32-01/29 от 16.10.2000 г. запретил принимать в эксплуатацию теплосчетчики с вычислителем ВКТ-2М производства НПФ «Теплоком». Впоследствии, правда, усилиями производителя доброе имя этого вычислителя было восстановлено [1]. Не вдаваясь в подробности той истории, отметим факт, который интересен для нас в контексте данной статьи: одним из поводов для запрета послужили «диагностические» функции ВКТ-2М.

Л. АНИСИМОВ

Прибор фиксировал в своих архивах наступление т.н. «нештатных ситуаций», причем, по мнению инициаторов запрета, «нештатная ситуация» означала «недостоверный учет». На самом же деле в ВКТ под «нештатными ситуациями» подразумевались не отказы или выявленные неисправности элементов теплосчетчика, а выход контролируемых параметров теплоносителя за некие границы, заданные пользователем для собственного удобства. Кстати, после той истории в документации на ВКТ-2М термин «нештатная» был заменен на термин «диагностируемая ситуация». Но, и в то время, и сейчас в руко-

водствах по эксплуатации разных других теплосчетчиков мы могли найти и находим и «нештатные», и «внештатные», и «нережимные» и пр. «не-...» ситуации, а также упоминания о функциях «диагностики» или «самодиагностики». Давайте попробуем разобраться, что именно теплосчетчик диагностирует, зачем он это делает и нужно ли, чтобы он это делал.

Для начала посмотрим, что сказано о диагностике и «нештатных» (пока мы будем использовать именно этот термин) ситуациях в нашем «самом главном документе» — «Правилах учета тепловой энергии и теплоносителя» [2].

Каких-либо прямых упоминаний о «нештатах» мы здесь не найдем. Но вот, например, в п. 9.10 перечислены случаи, в которых узел учета тепловой энергии считается вышедшим из строя, а учет, соответственно — недостоверным. Среди этих случаев есть те, которые, в принципе, могут распознаваться и фиксироваться тепловым вычислителем, например:

- несанкционированное вмешательство в работу приборов;
- нарушение линий электрических связей;
- работа приборов за пределами установленных норм точности.

Конечно, здесь есть свои ограничения и свои условности. Так, например, «несанкционированное вмешательство» может быть совершено и «в обход» системы самодиагностики [3], а определить «точность» средств измерений непосредственно в узле учета просто невозможно. В то же время достаточно просто зафиксировать выход того или иного параметра (расход, температура, давление теплоносителя) за пределы диапазона, в котором погрешность соответствующего измерительного преобразователя нормирована, предположить, что в таком случае «нормы точности» уж точно не соблюдаются и сделать «отметку» об этом в архивах. А поскольку вычислительные возможности применяемых в приборах учета процессоров растут, то теоретически возможно «научить» теплосчетчики, сравнивая текущие значения контролируемых параметров со значениями предыдущими, диагностировать и такие указанные в п. 9.10 Правил [2] ситуации, как:

- механические повреждения приборов;
- не предусмотренные проектом узла учета врезки в трубопроводы.

Кроме того, «нештатные» ситуации могут быть описаны в договоре между поставщиком и потребителем тепловой энергии. Там же может быть определен и порядок учета при возникновении таких ситуаций. Например, при выходе из строя измерительных преобразователей использовать для расчетов некие договорные значения параметров. Или, скажем, в закрытой



системе теплоснабжения при расхождении показаний расходомеров в подающем и обратном трубопроводах на величину, «объяснимую» погрешностями расходомеров, не фиксировать утечку, считая, что фактически ее нет. А поскольку такие «договорные» ситуации в основном известны и стандартны, то можно научить теплосчетчик диагностировать и их — и не только диагностировать, но и соответствующим образом реагировать. Например, подставлять заранее заданные константы, обнулять значения параметров — и т.д., и т.п.

Таким образом, приборы учета могут не только учитывать, но и решать, что, когда и как учитывать! С одной стороны, это удобно — «распечатку» показаний теплосчетчика уже не нужно дополнительно анализировать, ее сразу можно «сдавать в бухгалтерию». Но с другой стороны... должны ли веса сами определять, какого качества продукт на них положили и сколько он должен стоить?

Функции диагностики и диагностируемые (нештатные, нерешимые) ситуации всегда подробно описаны в руководствах по эксплуатации приборов. Более того, многие приборы позволяют их (все или частично) включать или отключать. А раз так, то проблемы, казалось бы нет: если нам не нужны (или не нравятся) диагностические возможности, то мы их просто не используем. И тем не менее, проблемы есть. Попробуем их перечислить.

1. Нестандартизованность алгоритмов диагностики и критериев нестандартных ситуаций. Как мы уже написали выше, нестандартные ситуации, в общем-то, в нормативных документах не описаны, не классифицированы, «реакции» теплосчетчика на их возникновение не определены. Каждый производитель приборов учета сам решает, как и какие ситуации его прибор диагностирует и как на них реагирует. В результате как одна и та же ситуация в разных приборах может распознаваться и «обработываться» по-разному, так и разные ситуации — одинаково. И этот факт отнюдь не способствует «единству учета» [4].

2. Низкая квалификация персонала проектных и пуско-наладочных организаций. Этот пункт может вызвать недовольство проектировщиков и монтажников, но правда остается правдой: есть «специалисты», которые при разработке проектов и программировании (настройке) тепловычислителей не принимают во внимание «диагностические особенности» приборов, не задумываются о корректности «включения» тех или иных диагностических функций, а иногда и не подозревают об их существовании. Конечно, в разных случаях это объясняется разными причинами: не прочли документацию, не разобрались, не придали значения. Но все это мы относим именно на счет «низкой квалификации», т.к. для квалифицированного специалиста мелочей и неизвестностей не существует.

3. Неинформированность потребителей приборов. Если какая-то функция необязательна — не описана в нормативных документах, то потребитель может о ней и не знать. Или — может не знать, что в разных приборах эта функция реализуется по-разному. Поэтому при выборе прибора потребитель может не догадываться о том, какие диагностические функции в него заложены, а значит — каким образом прибор ведет учет. Под «потребителем» здесь имеется в виду потребитель прибора, т.е. его покупатель — а в этой роли может выступать как потребитель тепловой энергии, так и поставщик тепла, и монтажная организация. В результате может быть выбран, грубо говоря, не тот прибор, который нужен в данном конкретном случае или при сравнении различных приборов не будут приняты во внимание их различия в «подходе» к ведению учета.

Перечисленные проблемы усиливаются, считаясь: потребитель не знал, проектировщик не придавал значения, наладчик не так запрограммировал, а прибор при таком программировании «повел себя» не так, как от него ожидали. И вот два прибора одной марки на разных объектах ведут учет по-разному; два прибора разных марок — «еще более по-разному». И об этом никто может и не догадываться, т.к. не знали, не придали значения, ошиблись. Круг замыкается.

Все вышесказанное наводит на мысль: а может и не нужны прибору учета никакие функции диагностики или самодиагностики? Ведь согласно тем же Правилам [2] приборы учета должны вы-

полнять [только] следующие функции: измерение, накопление, хранение, отображение информации о количестве тепловой энергии, параметрах теплоносителя и времени работы приборов. Проанализировав эту информацию можно уже потом, «на более высоком уровне» при помощи программ с известными алгоритмами обработки данных. Логика здесь проста. Теплосчетчик — максимально простой прибор или комплект приборов, при его монтаже и настройке не требуются высококвалифицированные специалисты, а человеческий фактор (неправильно поняли, неправильно запрограммировали) сведен к минимуму. Теплосчетчик любой марки и модели в результате своей работы формирует и хранит «простой» архив известной и стандартной структуры. Содержимое архива периодически передается на устройство более высокого уровня — в этой роли, скорее всего, будет выступать диспетчерский компьютер. Этот компьютер при помощи сертифицированного программного обеспечения анализирует полученные данные и «сообщает» оператору об обнаруженных «нештатных ситуациях». А для расчетов между поставщиком и потребителем тепла используются те же «простые» архивы теплосчетчика, содержимое которых обработано программным обеспечением соответствующих служб поставщика (энергосбыта). При таком подходе, как мы уже писали выше, сводится к минимуму человеческий фактор, а также исключается дублирование и искажение информации, а теплосчетчик становится простым и потому — возможно — более надежным и вызывающим меньше вопросов устройством.

А диагностические функции «внутри» теплосчетчика — это, пожалуй, наследие того времени, когда вывод данных на компьютер был в диковинку, и потому все, что связано с учетом, анализом режимов работы систем теплоснабжения, с финансовыми расчетами, стремились реализовать в одном приборе. ■

1. Лачков В.И., Лупей А.Г. О снятии запрета на эксплуатацию тепловычислителя ВКТ-2М и термине «Нештатная ситуация». Сб. трудов XIII-й международной научно-технической конференции «Коммерческий учет энергоносителей». — СПб., 2000.
2. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя / П-683 Главгосэнергонадзор. — М.: МЭИ, 1995.
3. Каргапольцев В.П. О фальсификациях при приборном учете тепла и воды. Сайт «Теплопункт», www.teplopunkt.ru/articles/0075_kv_p_fls.html.
4. Анисимов Д.Л. «Скрытые» ошибки учета тепла. Сб. трудов XXVI международной научно-технической конференции «Коммерческий учет энергоносителей», СПб., 2007.

Организация учета газа по измерительным комплексам потребителей

Нормативная база, регулирующая вопросы учета энергоносителей всегда отличалась наличием противоречий и неоднозначностей облеченных в форму законодательных актов. Авторы неоднократно говорили о необходимости внесения уточнений в правила по метрологии [1, 2]. И, тем не менее, документы написаны и утверждены, а нам остается искать пути соблюдения их требований. Когда в 1996 г. были приняты правила учета гласившие: «Учет количества газа, подаваемого газораспределительной организацией потребителю газа, должен осуществляться по узлам учета потребителя газа» возникло много неожиданных проблем.

Ю.Ю. ДРОЗДОВ, начальник управления учета, метрологии режимов газоснабжения и АСКУГ ООО «Кавказ-регионгаз»; В.С. ТИЩЕНКО, зам. начальника отдела метрологии ООО «Краснодаррегионгаз»; В.А. ХАЗНАФЕРОВ, к.т.н., доцент кафедры «Автоматизации производственных процессов» КубГТ

Самыми неподготовленным к подобным формулировкам оказались газораспределительные организации (ГРО), которые, по сути, и являлись Поставщиком газа конечным Потребителем. На тот период времени это были райгазы и горгазы (позднее функцию Поставщика взяли на себя региональные участки ООО «Краснодаррегионгаз»). Вести учет газа по измерительным комплексам Потребителя было делом непростым. И не из-за стремления к какому-то умышленному обману, а чаще из-за низкой квалификации кадров занимающихся учетом как со стороны Потребителя, так (будем откровенны) и со стороны ГРО (Поставщика).

Кроме того, на пороге XXI века в нашем регионе находилось огромное количество объектов, на которых учет велся, так сказать, «на глазок», или по взаимной договоренности сторон. И было немало людей, работающих в сфере учета газа и убежденных, что это нормальная ситуация. Имели место и «частные» продажи «голубого топлива». За некоторое вознаграждения учетчик «списывал» определенные объемы газа, а лишения премиальных за «небаланс» вполне компенсировалось суммарной величиной вознаграждений.

В таких условиях актуальной оказалась задача определить основные направления при формировании системы приборного учета газа, взаиморасчетов за потребленный газ, которые позволили бы довести требования юридических и технических нормативных документов до практической реализации. Или, дру-



гими словами (в то время весьма модными), была «...поставлена цель определить концепцию создания коммерческих узлов учета расхода газа, пригодных для взаиморасчетов с конечными потребителями...». Для решения перечисленных выше проблем были сформулированы следующие тезисы:

- узел учета, по требованиям Правил, должен принадлежать Потребителю;
- вновь вводимые узлы учета должны быть только с полуавтоматическим измерением параметров газа (самописцы и картограммы решено было навсегда оставить в XX веке);

□ необходимо, чтобы ГРО (Поставщик) и Потребитель согласовали приборный состав измерительного комплекса на уровне проектной документации для предотвращения спорных вопросов при приемке и эксплуатации, при этом Потребители, проектные организации, другие заинтересованные лица должны иметь доступ к списку рекомендованных Поставщиком средств измерения или измерительных комплексов — чтобы вопрос согласования проектной документации представлял собой двухстороннее сотрудничество, а не одностороннее лоббирование чьих-то коммерческих интересов;

□ процедура приемки узла учета в эксплуатацию должна обеспечивать проверку соответствия со-

гласованного проектного решения и реализованного в «железе» измерительного комплекса, а также обеспечивать не только проверку функционирования средств измерений, но и проверку готовности персонала к эксплуатации вводимого измерительного комплекса;

□ узел учета должен быть как надежно защищен от несанкционированного вмешательства в его работу, так и одновременно легко диагностируем на уровне персонала региональных представительств Поставщика газа.

Газовые котлы - Конденсационные котлы Твердотопливные котлы - Системы солнечного отопления

На правах рекламы.



Представительство BIASI в РФ

Москва, ул. Верейская, д. 17, оф. 204
E-mail: info@biasi.su

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

Далее предстояло реализовывать эти решения на практике. Для начала отдел метрологии ООО «Краснодаррегионгаз» организовал лабораторию, в которой были собраны различные средства измерения перспективные для применения в коммерческих узлах учета расхода газа. Естественно, чтобы сократить материальные издержки сначала произвели анализ всего предлагаемого приборного парка, выбрав наиболее интересные образцы, а лишь потом собрали их на лабораторном стенде. Лабораторные испытания производились не с целью проверки метрологических параметров. Приборы, внесенные в Госреестр, естественно, уже проходили целую программу испытаний при утверждении типа. Гораздо важнее было определить потребительские качества планируемых к применению средств измерений. Оценить возможности несанкционированного вмешательства, возможные эксплуатационные ошибки, необходимые мероприятия по диагностике работоспособности приборов по месту их установки. То есть, оценить те качественные параметры средств измерений, которые выходят за рамки утвержденной методики поверки.

По результатам лабораторных экспериментов в обиход был введен термин «измерительный комплекс в минимальной комплектации». Это некий минимальный набор аппаратных и программных средств, позволяющий производить необходимые измерения, накапливать архивные данные, получать распечатки протоколов на бумажном носителе, и обеспечивать возможность дистанционно опроса через модемную связь.

Следующий большой этап работы — это организация согласования проектной документации. Как мы уже упоминали выше, этот этап стал возможен только при тесном сотрудничестве с проектными организациями. По инициативе отдела метрологии ООО «Краснодаррегионгаз» были организованы семинары для проектировщиков, в ходе проведения которых давались рекомендации по выполнению правил по метрологии, и формированию в проектах минималь-



ной комплектации измерительных комплексов, необходимой при дальнейшей эксплуатации узлов учета.

Особое внимание уделялось вопросам выбора диапазона измерения расходомеров. Анализ работы существующих узлов учета, результаты лабораторных экспериментов выявили, что работа счетчика ниже минимальной границы диапазона измерения может приводить к ощутимым потерям при учете газа. Пропагандируемый некоторыми проектировщиками метод подбора счетчика по максимальному газопотреблению объекта, с условием одновременности работы оборудования, невозможности эксплуатации одного без другого и т.п. оказался несостоятельным. Авторы не раз были свидетелями работы подобных систем, спроектированных по указанному принципу, когда малые потребители (посты газовой резки, водоподогреватели и т.п.) спокойно эксплуатировались без включения котельных, а большие счетчики уверенно показывали при этом нулевой расход газа.

Показателем того, что общий язык в вопросах проектирования узлов учета расхода газа был найден, является тот факт, что только за последние пять лет в отделе метрологии ООО «Краснодаррегионгаз» зарегистрировано более тысячи проектов, согласованных для технической реализации.

Серьезной работы потребовала организация приемки измерительных комплексов в эксплуатацию. Был разработан Акт соответствия измерительного комплекса требованиям нормативных документов вобравший в себя комплекс

вопросов по соответствию проектному решению и, соответственно, правилам учета газа, правилам по метрологии и др. документам. Этот Акт, в просторечии получивший название Акт приемки из монтажа, подписывается представителями Поставщика газа, Потребителя газа (владельца узла учета) и наладочной организацией. Только по соглашению всех трех сторон измерительный комплекс считается смонтированным правильно и допущенным к проведению пусконаладочных работ. Такой подход был обусловлен двумя причинами: во-первых, слабым участием Потребителя в работах по монтажу. Служба эксплуатации, как правило, подключается к работам на узле учета после инструктажа наладчиков по результатам пусконаладочных работ. Во-вторых, предварительная сдача из монтажа в наладку позволила упростить проверку соответствия правилам по метрологии измерительного трубопровода. Когда газ на узел учета еще не подан, то монтаж и демонтаж счетчиков и других измерительных приборов не является газоопасными работами, что значительно упрощает его выполнение.

Сдача узла учета в эксплуатацию по результатам окончанных пусконаладочных работ производится после накопления архивов, получения распечаток протоколов, т.е. отработки тех эксплуатационных мероприятий, которые служба эксплуатации должна выполнять в дальнейшем уже без участия наладочной организации. Причем процедуры проверки работоспособности измерительного комплекса при приемке из наладки проводятся обязательно



Посвящая себя будущему

MADE
IN
GERMANY

Всё под контролем

testo 875 и testo 881:

Новые герои профессиональной термографии



товар сертифицирован

на правах рекламы

Новые тепловизоры от Testo:

- предотвращают ущерб и экономят деньги
- обладают лучшими характеристиками и делают снимки высокого разрешения
- обеспечивают быстрый и полный анализ объекта

Цена комплекта testo 875 – 149 000 руб. с НДС
www.testo.ru/teplovizor





на объекте. Проверяются нулевые значения преобразователей давления (перепада давления), сверяются величины подстановочных значений параметров газа, включаемых при появлении нештатных ситуаций. Проверяется одновременно качество выполнения наладочных работ и готовность Потребителя к дальнейшей эксплуатации измерительного комплекса. По окончании всех работ сторонами подписывается паспорт измерительного комплекса, содержащий весь комплект необходимых данных, программируемые параметры, константы, сроки поверки приборных средств и др. В соответствии с требованиями существующих нормативных документов, в процессе приемки измерительного комплекса в эксплуатацию участвуют и представители региональных ЦСМ. Исходя из нашего опыта, методики, проверяемые ЦСМ (методики поверки средств измерений, методика проведения измерений), не исчерпывают всех вопросов возникающих в процессе эксплуатации измерительного комплекса. Поэтому основная нагрузка по проверке работоспособности измерительного комплекса ложится на региональные представительства Поставщика газа.

Для реализации последнего пункта наших тезисов пришлось также решить множество организационных вопросов. Во-первых, было организовано периодическое обучение персонала региональных участков ООО «Краснодаррегионгаз». Во-вторых, по результатам практического опыта эксплуатации были определены основные диагностические операции, позволяющие выявить неисправности измерительных комплексов или попытки несанкционированного вмешательства в их работу.

Важным моментом в организации учета газа по данным измерительных комплексов Потребителей является сама система отчетности. Именно работа с бухгалтерскими протоколами, оценка нештатных ситуаций и окончательный расчет объемов, скрепленный взаимными подписями ответственных лиц, в настоящий момент является единственным разумным вариантом взаимодействия Поставщика и Потребителя.

Модерная связь, дистанционный опрос вычислителей — лишь элемент проверочных мероприятий. Телеметрия — это удобно, но, как только «закрытие объемов» производят по компьютерным файлам, начинаются многочисленные выяснения, споры и даже судебные иски. Кроме того, наш многолетний опыт показывает, что только посещение объектов, непосредственный контроль приборов позволяет избежать несанкционированных действий. Обмануть дистанционно опрашиваемый измерительный комплекс, увы, можно, и мы в этом неоднократно убеждались.

Протокол, который получил сам Потребитель со своего вычислителя, остается психологически самым неоспоримым. Что же касается нештатных ситуаций и санкций по ним, то быстрота обработки протокола во многом определяется возможностями вычислителя, т.е. функциями, заложенными разработчиками. Например, наличие у вычислителя ВКГ-2 единого протокола, на котором к одному интервалу времени привязаны и измеренные (вычисленные) величины, и нештатные ситуации, позволяет быстро обработать предоставленную Потребителем информацию. А всевозможные системы с раздельными протоколами и т.н. «журналами событий» многократ-

но увеличивают время выявления нештатных ситуаций, причем на местах такие «журналы» часто не обрабатываются из-за недостатка времени и кадров.

Подводя итоги, хотелось бы сказать следующее. Благодаря усилиям огромного количества специалистов в Краснодарском крае функционирует вполне работоспособная система учета расхода газа по измерительным комплексам Потребителей. Нарботан большой опыт по применению различных расходомеров и средств измерений параметров газа. На основании этого опыта определены приоритетные приборные решения. Но в данном материале нет смысла устраивать полемику, что хорошо, а что плохо. Дело в том, что применение той или иной приборной базы во многом связано с тем, как организован процесс эксплуатации. Например, у нас при проверке нуля датчиков давления (или перепада давления) производят операцию регистрации, чтобы зафиксировать показания приборов на бумаге. Распечатывают протокол регистратора, который подписывается сторонами. В регионах, где к этим процедурам относятся менее серьезно (не проводят проверки вообще, верят тому, что показал индикатор и т.п.), наш опыт и предлагаемые нами приборные решения просто не нужны.

То же самое касается вопросов регистрации времени работы измерительного комплекса в период нештатных ситуаций, например, за границами диапазона измерения расходомера. Поэтому и получается поговорка: «...что русскому хорошо, то...». Но все же мы убеждены, что десять лет назад взяли очень правильное направление. ■

1. Дроздов Ю.Ю., Иванов Н.А., Хазнафров В.А. Рассуждения на тему правил по метрологии или как легко внести смуту в учет газа // Коммерческий учет энергоносителей: Труды 20-й Международной научно-практической конференции. 23–24 ноября 2004 г. / Под ред. А.Г. Лупея. — СПб.: Борей-Арт, 2004.
2. Дроздов Ю.Ю., Тищенко В.С., Хазнафров В.А. Пытаемся исправить старые недочеты новых правил по метрологии // Коммерческий учет энергоносителей: Труды 26-й Международной научно-практической конференции. 20–22 ноября 2007 г. / Под ред. Д.Л. Анисимова. — СПб.: Борей-Арт, 2007.



ТЕРМОРОС ПРЕДСТАВЛЯЕТ > КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ LAMBORGHINI



АВТОМОБИЛЬНОЕ **КАЧЕСТВО**
ДОСТУПНЫЕ ЦЕНЫ



Lamborghini
CALORECLIMA



КОТЛЫ и ГОРЕЛКИ

- От 20 до 3000 кВт
- На любой вид топлива

Промышленный
котел

MEGA PREX



Lamborghini
CALORECLIMA



ТЕРМОРОС (495) 785 55 00
ТЕРМОРОС-СПб (812) 703 00 02
ТЕРМОРОС-Сочи (8622) 90 12 11
ТЕРМОРОС-Казань (843) 228 99 82
www.termoros.com

Современные дымоходы: классификация и монтаж

Практически для любого типа печного отопления, в котором используют твердое или жидкое топливо, главным является не столько само отопительное устройство, сколько тот самый дымовой канал (попросту говоря, труба или дымоход), что выводит дым наружу. Задымление, обратная тяга и, наконец, пожар — все это может произойти в результате непродуманного и безответственного отношения к дымоходу. Именно поэтому от его правильного монтажа и качества зависит эффективность отопительного агрегата, долговечность и, наконец, безопасность вашего дома. Дымоходы изготавливают из кирпича, бетона и даже стекла, но в нашей статье речь пойдет о металлических трубах.

С. САМОЙЛОВ

Для чего нужен дымоход, вроде ясно. Отводить дым, точнее, продукты сгорания, образующиеся в процессе горения топлива, из помещения. Более верным будет такое определение: дымовой канал предназначен для создания естественной тяги, отводящей из топочной камеры продукты сгорания, что обеспечивает поступление в нее необходимого для горения воздуха. От того, насколько правильно изготовлен дымоход и какие

материалы для этого использованы, напрямую зависит эффективность и безопасность всей системы отопления. Почему-то подавляющее большинство людей совершенно не принимают во внимание всю важность дымового канала. Отсюда и печальная статистика: Украина занимает одно из лидирующих мест по количеству пожаров. И большая их часть происходит по причине выбора некачественных комплектующих при

устройстве дымоходов, несоблюдения требований пожарной безопасности, ошибок в расчете параметров трубы. Кроме того, дымовой канал нужно своевременно обслуживать, обращая особое внимание на естественный износ материалов, из которых он изготовлен. Из чего же делают дымоходы?

В древности, когда самым популярным отопительным приспособлением был костер на полу хижины, для отвода дыма использовали отверстие в потолке. Позднее дым от печей и каминов стали удалять через специальные каналы, проложенные в стенах, или через отдельные дымовые трубы. Вскоре кирпич на долгие годы стал основным материалом для производства дымоходов.

Но отопительное оборудование стремительно совершенствуется. Решение задач энергосбережения и охраны окружающей среды приводит к повышению эффективности отопительных агрегатов и сокращению выбросов в атмосферу вредных веществ. Поэтому правила эксплуатации современных печей, каминов и котлов предъявляют все более жесткие требования к дымоходам и условиям их использования.

Современные дымовые каналы должны быть прочными и долговечными. Они вынуждены выдерживать высокие температуры дымовых газов, обеспечивать дымоудаление в режимах пониженной температуры отводимых газов, противостоять воздействию конденсата и агрессивных кислот, а также удовлетворять требованиям пожарной безопасности.

В настоящее время некогда монопольному кирпичу нашлась достойная замена. В качестве материала для дымоходов все чаще используют металлические трубы, особенно из жаропрочной и кислотостойкой нержавеющей стали. Нержавеющие дымовые каналы имеют меньший вес, нежели кирпичные, и не требуют дополнительного фундамента, их значительно проще монтировать, это своего рода легко собираемый конструктор, они устойчивы к коррозии, долговечны, подходят для различных модификаций котлов и печей.



Металлические трубы имеют оптимальное сечение для удаления дымовых газов. В дымовых каналах круглого сечения в отличие от квадратных и прямоугольных отсутствуют местные завихрения, препятствующие движению основного потока газов. На идеально гладких стенках металлических дымоходов не осажается сажа.

Стальные трубы легко монтировать в уже построенных домах, где на этапе строительства не была предусмотрена возможность установки отопительных агрегатов и, соответственно, отсутствует дымоход. Металлические трубы довольно широко представлены на нашем рынке известными зарубежными производителями. Наладили выпуск металлических труб для дымоходов и украинские фирмы-производители. Некоторые из них выпускают и модульные системы дымовых каналов (полный набор необходимых элементов для монтажа дымоходов любой сложности). Не уступающая по качеству западным аналогам, украинская продукция зачастую гораздо дешевле. В этом году на рынке дымовых каналов появились системы из керамических шамотных труб в оболочке из легкого бетона немецкой фирмы Schiedel. Обладая всеми преимуществами стальных дымоходов, они отличаются также высокой надежностью и долговечностью. Их элементы состоят из внутренней шамотной трубы, изоляционного слоя на основе базальтовых пород и внешнего кожуха — легкого пенобетона или нержавеющей стали. Цена шамотных элементов дымового канала несколько выше, чем стальных. Но все окупается длительной эксплуатацией.

Современный рынок предлагает и более экзотические материалы для дымохода. Например, стекло. Преимущества стеклянных дымовых каналов заключаются в следующем: они не подвержены коррозии, не впитывают влагу, имеют низкую тепловую инертность. Но в настоящее время такие дымоходы очень дороги и требуют значительных затрат при монтаже. Возможно, что в будущем стекло постепенно вытеснит другие материалы для производства дымоходов.



Надо сказать, что у нас для возведения дымовых каналов еще используют асбоцементные трубы. К сожалению, это происходит от бедности. Следует иметь в виду, что они совершенно для этой цели не предназначены. Данный материал канцерогенен, на что легкомысленно закрывают глаза, а самое опасное — асбоцементные трубы пожароопасны! Не стоит подвергать свою жизнь риску ради сомнительной экономии.

Итак, современные дымоходные системы имеют существенные преимущества перед традиционными кирпичными. Благодаря своим характеристикам и универсальности на ведущие позиции в настоящее время выходят стальные дымовые каналы, изготовленные из высококачественной нержавеющей стали. Ее преимущества перед сталью 3 («черная» сталь) очевидны. Низкая коррозионная стойкость материала приводит к полному разрушению дымового канала в довольно короткие сроки. И его первичная дешевизна приводит впоследствии к постоянным дополнительным вложениям. Причем приличная часть этих затрат приходится на повторный монтаж дымохода.

Тем более что дымовой канал, изготовленный из нержавеющей стали, значительно надежнее и, следовательно, существенно повышает пожаробезопасность всей отопительной системы.

Одностенные дымоходы

Существуют два вида металлических дымоходов — одноконтурные и двухконтурные. С одноконтурными все ясно: это труба и фасонные элементы из нержавеющей стали или стали 3.

Они достаточно дешевы, и их обычно используют для прокладки дымового канала внутри помещения или как вставки в существующие кирпичные дымоходы для защиты внутренней поверхности (в последнем случае нужно использовать трубы из нержавейки).

Двухстенные дымоходы

Двухстенные трехслойные термоизолированные трубы, так называемый сэндвич, состоят из внутренней сварной трубы из нержавеющей стали и внешней трубы (кожуха) большего диаметра. Внутри них помещен слой негорючего изоляционного материала на основе базальтовых пород, исключающий сильное охлаждение отходящих газов и сводящий к минимуму выпадение агрессивного конденсата. Внутренняя труба, изготовленная из качественной нержавеющей стали, принимает на себя воздействие продуктов сгорания и агрессивных сред. Гарантированы блестящие эксплуатационные характеристики, т.к. она устойчива к прогоранию, воздействию коррозии и кислот. Утеплитель — прессованный минераловатный изоля-

ционный материал на основе базальтовых пород. Базальт обладает очень низкой теплопроводностью и эффективными теплоизолирующими свойствами, что позволяет свести к минимуму образование агрессивного конденсата. Применяемый материал — экологически чистый, не содержит связующих смол и даже при высоких температурах изоляция труб не выделяет неприятно пахнущих веществ. Внешняя труба может быть изготовлена из нержавеющей (в т.ч. декоративной — зеркальной, текстурированной, цветной) стали или для удешевления конструкции — из оцинкованной стали. Декоративная нержавейка эффектно выглядит и при монтаже дымохода внутри дома, органично вписываясь в интерьер, и при наружной установке. Есть варианты дымовых каналов с внешней трубой, изготовленной из меди. Их обычно используют в историческом центре города. Некоторые фирмы предлагают дымоходы с наружной стальной трубой, покрытой термостойкой эмалью различных цветов. Наиболее часто их применяют в качестве дымоходов для печей-каминов. Двухстенные дымоходы существенно улучшают работу отопительных устройств, повышают КПД всей системы, что способствует более экономичной эксплуатации отопительных агрегатов.

Модульные системы дымоходов

Почему-то считают, что дымоход — это просто труба или несколько труб. Но для начала эту трубу нужно подсоединить к выходу дымового патрубка печи (камина, котла). Вдруг оказывается, что он направлен горизонтально. Сразу возникает проблема изменения направления дымохода: нам-то нужна вертикаль. Здесь на помощь приходит колено или тройники. (В тройнике, в отличие от колена, если в нем предусмотрен элемент прочистки — съемный стакан в нижней части или какой-либо другой элемент ревизии, — сразу упрощается процедура чистки дымового канала.)

Допустим, тройник нашли, труба есть. Но их тоже надо сочленить между собой. И не просто, а герметично, чтобы дым не проходил в местах стыка. Следовательно, они должны точно подходить друг к другу.

Идем дальше. Предположим, дымоход должен проходить через второй этаж. Но котел установлен так, что выходу дымового канала мешает какая-нибудь балка. Ее нужно обойти. Опять



нужно менять направление дымохода. Легко! Есть колена под разными углами поворота, например колено под углом 45°. Повернули дымовой канал, обогнули препятствие, продолжаем движение. Или вот оно, перекрытие второго этажа — деревянное! Как через него провести трубу, в которой бродят горячие дымовые газы? Ведь может и полыхнуть. Для этого существуют специальные проходные патрубки большего диаметра. Вырезаем отверстие в потолке, ставим проходной патрубок, изолируем и проводим дымоход. А чтобы пройти по второму этажу и выйти на крышу, возьмем очередной проходной патрубок. Да еще под нужным углом. Только следует иметь в виду, что в целях пожарной безопасности в местах прохода дымохода через перекрытия его труба не должна иметь стыков с другой трубой. Если получается так, что стандартные трубы не позволяют пройти это место без стыковки, не огорчайтесь. Все продумано! В комплекте модульных дымоходов обязательно должны быть трубы меньшей длины. Например, длиной не 1 м, а 50 или 25 см. Ставите сначала короткую трубу, а затем при помощи длинной трубы спокойно проходите перекрытие.

Представим себе, что мы вывели трубу снаружи дома. Но она ведь не может висеть в воздухе сама по себе, упадет. Поэтому необходимо ее укрепить.

Для этого через каждые два метра трубы крепим ее к стене стенным кронштейном нужного диаметра. Нам нужно вывести трубу через крышу. Здесь возникает вечная проблема: как сделать ее выход герметичным, чтобы осадки не проникали в дом. Что только не делают! Затыкают отверстия чем попало (потом все это благополучно отваливается или даже возгорается). Заделывают щели огнестойким герметиком, но он затвердевает, а дом дает усадку — и опять все развалилось, и снова сверху капает. Отказываются от прохода через крышу и выводят дымоход снаружи дома (самый удачный в этом случае вариант). Но опять-таки есть достойный выход — в модульных системах предусмотрен такой элемент, как крышная разделка. Это коническая труба с приваренным подкрышным листом. Обычно крышная разделка рассчитана на соответствующий угол наклона крыши: 0°, 5–20°, 35–55° и т.п. Конкретный разброс зависит от производителя. Благодаря конусности крышную разделку фиксируют под нужным углом крыши, а подкрышный лист заводят под конек крыши или под ближайший верхний стык кровельного материала. Труба дымохода проходит через крышную разделку и сверху (в узкой части конусной трубы крышной разделки) ее уплотняют соответствующим фартуком-хомутом. Теперь осадки не страшны!

Мы рассмотрели основные элементы модульных систем дымоходов. Понятно, что в этом обзоре перечислены не все элементы, предлагаемые производителями. Но, надеемся, читатель понял, что же такое модульная система и почему такие дымоходы особенно популярны. Предусмотрены практически любые варианты монтажа. Элементы отличаются компактностью, простотой конструкции, удобством, легкостью сборки и относительно низкой ценой. И, что важно, высоким качеством серийного производства — все подходит, все стыкуется.

Производители предлагают одностенные и двухстенные (типа сэндвич) дымоходные системы различных диаметров, что по-

зволяет сделать оптимальный выбор дымового канала именно для вашего отопительного устройства. Даже если в арсенале производителя нет труб какого-то определенного диаметра, обязательно найдутся соответствующие переходники с одного диаметра на другой, а также с одноконтурных труб на двухстенные. Состав необходимых элементов для возведения конкретного дымохода подбирают в зависимости от схемы монтажа и конструкции здания.

Монтаж и варианты размещения дымохода

Монтаж двухстенного дымохода следует начинать снизу (от отопительного агрегата) вверх. При монтаже внутренняя труба последующего элемента должна входить внутрь трубы предыдущего. Это необходимо для того, чтобы возникающий конденсат или попадающие в дымоход атмосферные осадки оставались внутри трубы дымового канала и не попадали на минераловатный утеплитель. Наружную трубу (кожух) в свою оче-

редь одевают на предыдущую, чтобы ничто не попадало во внутренний слой дымохода. Трубы насаживают одну на другую. В зависимости от конструкции элементов конкретного производителя места стыковки могут быть уплотнены либо соответствующими хомутами, либо за счет конусности труб. Для лучшей герметизации труб желательно использовать герметик с рабочей температурой не менее 1000°C.

Места стыков труб с другими элементами (тройниками, отводами и т.д.) необходимо скрепить хомутами. Напомним, что на каждые два метра дымохода следует устанавливать кронштейн крепления к стене, а тройник должен иметь опорный кронштейн. У дымохода печи нельзя делать горизонтальных участков длиной более 1 м. При проходе дымовых каналов через стены, потолки или крыши следует использовать проходные патрубки, изготовленные в соответствии с нормами пожарной безопасности. Дымоходы не должны соприкасаться с электропроводкой, газовым трубопроводом и другими коммуникациями.

Минимальная высота дымового канала для печей — не менее 5 м (если же считать применительно к конкретно-

му дому, высота дымохода должна быть минимум на 0,5 м выше конька крыши. Окончательная стоимость зависит от диаметра дымового канала, его высоты и конкретной схемы его возведения. К этому впоследствии следует еще прибавить стоимость монтажа.

Что касается монтажных работ по установке отопительного агрегата и возведению для него дымохода, то следует учесть, что любой отопительный прибор — это сложное и пожароопасное устройство, поэтому желательно обратиться к профессиональным сертифицированным фирмам, имеющим соответствующие лицензии и отвечающим за качество своей работы. Опытные специалисты помогут подобрать изделие с учетом всех возможных пожеланий; подготовят проект и просчитают все его составляющие; приобретут или изготовят все необходимые элементы; проведут работы по монтажу; сдадут работающую систему; подскажут, определят правила эксплуатации и, естественно, дадут гарантию на свою работу.

И не следует забывать, что дымоход нуждается в квалифицированном уходе. Минимум два раза за отопительный сезон следует проводить его чистку. ■



ДЫМОХОДЫ

из нержавеющей стали

диаметры до 1200 мм	для всех типов котлов, печей, топок, каминов
сталь AISI 304, 316	любые углы и размеры фасонных изделий
ISO 9001. СЕ	полный набор сертификатов

ПРОМЫШЛЕННЫЕ

- утеплённые
- одностенные
- кислотостойкая сталь (0,6-1,0мм)
- жаростойкая изоляция (25, 50, 100мм)

БЫТОВЫЕ

- круглые
- овальные
- коаксиальные
- газоплотные








Балтвент
 г. Калининград
 пр. Мира, 136

т/ф. 8(4012) 35 02 05
 тел. 8(4012) 35 04 41

www.baltvent.ru
 e-mail: baltvent@baltvent.ru
info@baltvent.ru

Связь температуры и мощности отопления с площадью остекления

Традиционные устойчивые представления о единой для всех случаев расчетной «пятнадцатичасовой» наружной температуре для определения теплотерь, сформированные сто лет назад, никак не учитывают теплофизическую природу потерь теплоты разными ограждениями, современную площадь остекления и поэтому содержат методические ошибки. Это особенно важно при современном увлечении архитекторов остеклением многих общественных зданий, достигающим 60–80 % и более общей площади фасада.

А.Г. СОТНИКОВ, д.т.н., профессор СПбГУНПТ

В этих условиях актуальна методика, позволяющая достаточно объективно оценить правомерность применяемого нормирования расчетной отопительной температуры для помещений здания, имеющих повышенный процент остекления фасада, особенно для угловых помещений при заданной величине допустимого понижения температуры воздуха в них. Дифференцированный подход (рис. 1) должен учитывать особенности теплотерь через светопроемы (называемые быстрыми) и через массивные непрозрачные ограждения (называемые медленными).

Особое внимание этому вопросу уделено в работах С.А. Чистовича и его коллег [16, 17, 18], где специально рекомендуют «...предусматривать дифференцированный учет медленных и быстрых тепловых потерь...».



www.worldpaperfree.com

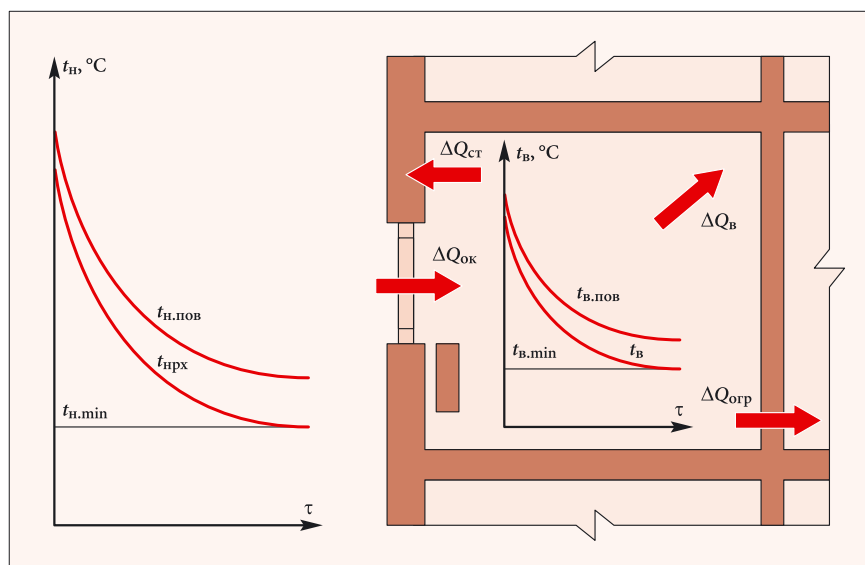


Рис. 1. Воздействие «быстрых» теплотерь через окна на температуру воздуха в помещении и его внутренних поверхностей во времени при снижении температуры наружного воздуха от расчетной до абсолютно-минимальной

Как пример, укажем на предложение В.Д. Коркина [13] об учете массивности стен. Он представил в качестве примера, что для молельного зала Казанского собора в Санкт-Петербурге при толщине стен $\delta = 2,8$ м расчетная температура должна быть $t_{нрх} = -15^\circ\text{C}$, а не как принято $t_{нрх} = -26^\circ\text{C}$. В пределе для здания без окон ее нужно определять с учетом только инерционности стен, а также кровли. Продолжая эту мысль, подчеркнем, что в другом предельном случае для здания из сплошного остекления (кроме кровли) наружная расчетная температура должна быть принята близкой к абсолютно минимальной. Можно предложить два варианта методики повероч-

ного расчета наружной температуры для определения расчетных теплотерь помещения и здания.

Вариант 1: расчет на основе усреднения воздействий на помещение через окна и стены

В общем случае для реального здания с одинаковой относительной площадью остекления $\bar{f}_{ок} \in [0; 1]$ всех помещений, кроме угловых, расчетная температура для каждого здания индивидуальна:

$$t_{нрх} = \frac{\bar{f}_{ок} k_{ок} t_{н.абс.мин}}{k_{ст}(1 - \bar{f}_{ок})} + t_{н.расч}(D_{ст}, T_{ст}) \left[1 - \frac{\bar{f}_{ок} k_{ок}}{k_{ст}(1 - \bar{f}_{ок})} \right], \quad (1)$$

где $\bar{f}_{ок}$ — относительная площадь остекления в долях от общей площади вертикальных ограждений.

Расчетные теплотопотери через наружные ограждения помещения и здания при такой методике определяют по формуле:

$$Q_{\text{тп.расч}} = \sum k_{\text{ок}} F_{\text{ок}} (t_{\text{в}} - t_{\text{н.абс.мин}}) + \sum k_{\text{н.огр.и}} F_{\text{н.огр.и}} [t_{\text{в}} - t_{\text{н.расч}}(D_{\text{ст}}, T_{\text{ст}})],$$

где $t_{\text{н.расч}}(D_{\text{ст}}, T_{\text{ст}})$ — расчетная температура наружного воздуха для определения теплотопотерь, выбираемая в зависимости от массивности наружного ограждения при периоде суточных колебаний $D_{\text{ст}} = \sum R_i S_{24i}$ и основной теплоинерционной характеристики наружной стены — ее постоянной времени:

$$T_{\text{ст}} = \frac{\sum c_{\text{м.и}} \rho_{\text{м.и}} \delta_{\text{м.и}}}{3600 \alpha_{\text{к}}}.$$

Вариант 2: упрощенный метод выбора НРТ для расчета теплотопотерь

Такую методику можно получить на основе уравнения, описывающего снижение внутренней температуры при увеличении некомпенсируемых быстрых теплотопотерь через окна (рис. 1), следующей зависимостью:

$$\Delta t_{\text{нрх}}(\tau) = t_{\text{нрх}}(\tau) - t_{\text{н.абс.мин}} = \left(\frac{\alpha_{\text{к}} \sum F_{\text{огр}} [1 - \bar{\theta}_{\text{пов}}(M)]}{k_{\text{ок}} F_{\text{ок}}} + \frac{V_{\text{пом}} c_{\text{п}} \rho_{\text{в}} \left[k_{\text{р}} + \frac{1}{\tau} \right] 3600^{-1}}{k_{\text{ок}} F_{\text{ок}}} \right) \Delta t_{\text{в.доп}},$$

$$\text{где } \bar{\theta}_{\text{пов}} = \frac{\Delta t_{\text{в.пов}}(\tau)}{\Delta t_{\text{в}}},$$

относительная температура поверхности ограждения, как соотношение соответствующих приращений температур поверхности и скачкообразного изменения температуры воздуха в помещении, безразмерно;

$$M = Bi^2 Fo = \frac{\alpha_{\text{к}}^2 \tau}{c_{\text{м}} \rho_{\text{м}} \lambda_{\text{м}}} —$$

комплексный теплофизический критерий гомохронности, предложенный А.В. Лыковым [14] для полуограниченного массива; $\Delta t_{\text{в.доп}}$ — допустимое понижение температуры воздуха в отапливаемом помещении данного назначения от ее расчетной величины при понижении наружной температуры от ее расчетного значения [°C] (отрицательно), определяемое по [1]; $F_{\text{ок}}$ — площадь окон данного помещения, м²; $\sum F_{\text{огр}}$ — площадь всех непрозрачных (внутренних и наружных) ограждений и оборудования (мебели), обращенных в помещение, м²; $\alpha_{\text{к}}$ — средний коэффициент конвективного теплообмена на

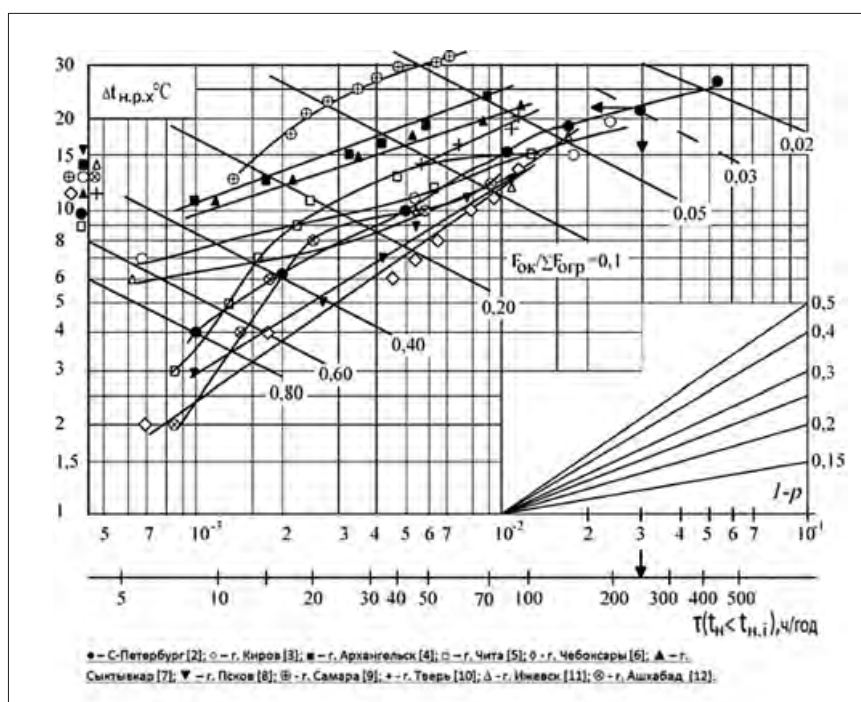


Рис. 2. Сводная номограмма для определения расчетной температуры наружного воздуха в холодный период года $t_{\text{нрх}} = t_{\text{н.абс.мин}} + \Delta t_{\text{нрх}}$ в зависимости от относительной площади окон по отношению к общей площади ограждений и оборудования (мебели) помещения $F_{\text{ок}}/\sum F_{\text{огр}} = 0,02-0,8$ при $k_{\text{р}} = 0$, $\alpha_{\text{к}} = 2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, $k_{\text{ок}} = 2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, допустимом понижении температуры воздуха в помещении $\Delta t_{\text{в.доп}} = -3^\circ\text{C}$ [1] и максимальной непрерывной продолжительности низких температур наружного воздуха в разных городах. Точки на вертикальной оси соответствуют расчетной разности температур $\Delta t_{\text{нрх}}$ между нормируемой расчетной температурой по параметрам «Б» при обеспеченности $p = 0,92$ и абсолютно минимальной температурой $t_{\text{н.абс.мин}}$ в данном пункте; эта разность составляет в среднем $\Delta t_{\text{нрх}} \approx 10-15^\circ\text{C}$. Пучок линий в правом нижнем углу номограммы используют для определения численного значения показателя степени m в зависимости $\Delta t_{\text{нрх}} = \Delta t_{\text{н.0}}(1-p)^{-m}$, где $1-p$ — вероятность непрерывной продолжительности (необеспеченности) периода с $t_{\text{н}} < t_{\text{ни}}$

непрозрачных поверхностях ограждений помещения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, зависящий от условий движения воздуха у поверхностей, типа струй (настильных, отрывных), кратности воздухообмена; $V_{\text{пом}}$ — объем помещения, м³; $k_{\text{ок}}$ — коэффициент теплопередачи окна, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; $k_{\text{кр}}$ — кратность воздухообмена в помещении с воздушным отоплением (при наличии нагревательных приборов $k_{\text{кр}} = 0$).

Если предположить, что известны значения $\alpha_{\text{к}} = 2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, $k_{\text{ок}} = 2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, принять допустимое понижение температуры $\Delta t_{\text{в.доп}} = -3^\circ\text{C}$ и пренебречь незначительной аккумуляцией поступающего через окна холода воздухом помещения $V_{\text{пом}} c_{\text{п}} \rho_{\text{в}} (3600\tau)^{-1}$ по прошествии десятков часов переходного температурного режима в помещении

с «обычным» отоплением и принимая, что $1 - q_{\text{пов}} = 0,43M^{-0,37}$ [14] при $M > 1$ после ряда преобразований формулы (3) получим следующее выражение:

$$\Delta t_{\text{нрх}}(\tau) = t_{\text{нрх}}(\tau) - t_{\text{н.абс.мин}} = 1,3 \left(\frac{F_{\text{ок}}}{\sum F_{\text{огр}}} \right)^{-1} \left(1 + \frac{k_{\text{р}} l_{\text{пом}}}{3} \right)^{-1} \times \left(\frac{3600 \alpha_{\text{к}}^2}{c_{\text{м}} \rho_{\text{м}} \lambda_{\text{м}}} \right)^{-0,37} \tau^{-0,37} \Delta t_{\text{в.доп}},$$

где

$$l_{\text{пом}} = \frac{V_{\text{пом}}}{\sum F_{\text{огр}}} = 0,5 \frac{1}{a^{-1} + b^{-1} + h^{-1}},$$

характерный размер помещения, как отношение его объема к площади всех ограждений и оборудования, м; $c_{\text{м}}$, $\rho_{\text{м}}$, $\lambda_{\text{м}}$ — усредненные теплофизические характеристики материалов внутренних слоев ограждений помещения; τ — наибольшая непрерывная продолжительность наблюдения температуры наружного воздуха в данном пункте ниже некоторого значения $t_{\text{ни}}$, определяемая по данным [2-12]. Такие данные для разных городов России нанесены в виде точек на сводный график рис. 2.



По (4) выполнены расчеты зависимости $\Delta t_{нрх}$ в функции от времени τ или необеспеченности $1 - p$ при разной относительной площади остекления:

$$\frac{F_{ок}}{\sum F_{огр}} \in [0,05; 0,8],$$

эти линии нанесены на тот же график. При воздушном отоплении дополнительно учитывают кратность воздухообмена и на рис. 2 расчеты ведут при известном комплексе:

$$\frac{F_{ок}}{\sum F_{огр} \left(1 + \frac{k_p I_{пом}}{3} \right)} \in [0,05; 0,8].$$

Для сравнения с быстрыми теплопотерями через окна инерционность процесса охлаждения внутренних поверхностей наружных ограждений можно оценить по уравнению:

$$\Delta t_{в.пов}(\tau) = \frac{k_{ст}}{\alpha_k} \Delta t_{н}(\tau) \left(1 - \exp \frac{T_{ст}}{\tau} \right), \quad (5)$$

где $\Delta t_{н}(\tau)$ — максимальная непрерывная продолжительность понижения наружной температуры от любого расчетного значения в данном пункте (рис. 2), эта зависимость приближенно описывается соотношением: $\Delta t_{н}(\tau) = \Delta t_{н.0}(1 - p)^{-m}$, где m — показатель степени, определяемый по рис. 2; $\Delta t_{н.0}$ — значение разности температур, определяемое при данной необеспеченности $1 - p$;

$$T_{ст} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (c_{м.и} \rho_{м.и} \delta_{м.и})}{3600 \alpha_k},$$

постоянная времени экспоненциального переходного процесса изменения температуры внутренней поверхности наружной стены, ч. Поясним данную методику характерным примером.

Пример

Определить расчетную температуру наружного воздуха по предлагаемой методике для определения расчетных теплопотерь типового (не углового) жилого помещения на промежуточном этаже в Санкт-Петербурге, если допустимое понижение температуры согласно [1] составляет $\Delta t_{в.доп} = -3^\circ\text{C}$.

Геометрические характеристики помещения таковы:

$$F_{пл} = 6 \times 3 = 18 \text{ м}^2,$$

$$F_{ок} = F_{пл}/7 = 18/7 = 2,6 \text{ м}^2,$$

$$h = 3 \text{ м}, V_{пом} = F_{пл}h = 18 \times 3 = 54 \text{ м}^3,$$

$\sum F_{огр} = 2 \times (3 \times 6 + 3 \times 3 + 3 \times 6) = 90 \text{ м}^2$ (площадью мебели и аккумуляцией теплоты ею пренебрегаем — в запас), характерный размер помещения тогда равен:

$$l_{пом} = V_{пом}/\sum F_{огр} = 54/90 = 0,6 \text{ м}.$$

Вычисляем относительную площадь окон данного помещения:

$$\frac{F_{ок}}{\sum F_{огр}} = \frac{2,6}{90} = 0,03.$$

По рис. 2 для Санкт-Петербурга этому значению соответствует $\Delta t_{нрх} = 21^\circ\text{C}$, чему соответствует расчетная наружная температура для определения теплопотерь и расчета системы отопления в таком типовом жилом помещении при $t_{н.абс.мин} = -36^\circ\text{C}$ [15] в Санкт-Петербурге $t_{нрх} = -36 + 21 = -15^\circ\text{C}$, а максимальная непрерывная продолжительность более низких температур по данным [2] составляет $\tau(t_{н} < -15^\circ\text{C}) = 250$ ч (приблизительно 10,5 суток).

Для сравнения «быстрых» теплопотерь (через окна) с «медленными» (через наружные стены) определим снижение температуры внутренней поверхности наружной стены за это время, если $k_{ст} = 0,4 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{C)}$, $\alpha_k = 2 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{C)}$.

Предварительно вычислим основную динамическую характеристику экспоненциального изменения температуры внутренней поверхности наружной стены — ее постоянной времени при $c_m = 840 \text{ Дж/(кг}^\circ\text{C)}$, $\rho_m = 1000 \text{ кг/м}^3$, $\delta_m = 0,5 \text{ м}$ и $\alpha_k = 2 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{C)}$.

В этом случае

$$T_{ст} = (840 \times 1000 \times 0,5)/(3600 \times 2) = 58 \text{ ч}.$$

За время $\tau = 250 > 3T_{ст} = 174 \text{ ч} \approx 7$ сут процесс изменения температуры внутренней поверхности можно считать установившимся, а снижение температуры по формуле (5) составит $^\circ\text{C}$:

$$\Delta t_{в.пов} = 0,4 \times (-21) \times \left(1 - \exp \frac{-250}{58} \right) \times \frac{1}{2} = -4,2,$$

тогда как по условию снижение температуры воздуха в помещении при таком расчете будет равно $\Delta t_{в} = -3^\circ\text{C}$, а сама температура в помещении снизится до $t_{в} = 21 - 3 = 18^\circ\text{C}$, что допустимо для жилых помещений [1].

Повторим расчет для случая, когда рассматриваемое помещение угловое и имеет сплошное остекление, тогда:

$$\frac{F_{ок}}{\sum F_{огр}} = \frac{h(a+b)}{\sum F_{огр}} = \frac{3(3+6)}{90} = 0,30.$$

По рис. 2 для случая $\Delta t_{нрх} = 8^\circ\text{C}$, чему соответствует $t_{нрх} = -36 + 8 = -28^\circ\text{C}$, т.е. несколько ниже расчетной.

Данный расчет содержит запас по нескольким причинам. Первая — это неучет аккумуляции теплоты оборудованием (мебелью) помещения. Вторая причина — это возможность повыше-

ния теплоотдачи нагревательных приборов в интервале температур от $t_{н} = -15^\circ\text{C}$ до общепринятой наружной расчетной температуры для отопления в Санкт-Петербурге $t_{нрх} = -26^\circ\text{C}$ в силу повышения температуры теплоносителя — горячей воды — по графику. Третья — в предложенной методике имеются и другие запасы, например за счет учета наибольшей из наблюдаемых за многие годы продолжительности снижения $t_{н}(\tau)$, а не другой, например средней.

Вывод

В каждом помещении, исходя из его назначения, относительной площади остекления и допустимого понижения температуры может быть вычислена «своя» расчетная температура для определения теплопотерь этого помещения, однако даже при сплошном остеклении снижение от нормируемой температуры может составить несколько градусов. ■

1. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях // М.: Госстрой России, 1999.
2. Климат Ленинграда / Под ред. Ц.А. Швер, Е.В. Алтыкиса, Л.С. Евтеевой. — Л.: Гидрометеоздат, 1982.
3. Климат Кирова / Под ред. М.О. Френкель, Ц.А. Швер. — Л.: Гидрометеоздат, 1982.
4. Климат Архангельска / Под ред. Ц.А. Швер, А.С. Егорова. — Л.: Гидрометеоздат, 1982.
5. Климат Читы / Под ред. Ц.А. Швер, И.А. Зильберштейна. — Л.: Гидрометеоздат, 1982.
6. Климат Чебоксар / Под ред. В.Н. Бабиченко, С.В. Рязанова. — Л.: Гидрометеоздат, 1986.
7. Климат Сыктывкара / Под ред. Ц.А. Швер. — Л.: Гидрометеоздат, 1986.
8. Климат Пскова / Под ред. Ц.А. Швер, Л.С. Евтеевой. — Л.: Гидрометеоздат, 1983.
9. Климат Куйбышева / Под ред. Ц.А. Швер. — Л.: Гидрометеоздат, 1983.
10. Климат Калинин / Под ред. Ц.А. Швер, Л.С. Евтеевой, Е.В. Алтыкиса. — Л.: Гидрометеоздат, 1988.
11. Климат Ижевска / Под ред. Ц.А. Швер. — Л.: Гидрометеоздат, 1979.
12. Климат Ашхабада / Под ред. Ц.А. Швер, А.Б. Рыхловой. — Л.: Гидрометеоздат, 1984.
13. Коркин В.Д. Особенности кондиционирования воздуха старинных зданий / В кн.: Проблемы и перспективы развития систем кондиционирования. — СПб.: СПб ГАХИПТ, 1997.
14. Лыков А.В. Теория теплопроводности. — М.: Высшая школа, 1967.
15. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология. — М.: Госстрой России, 2003.
16. Чистович С.А. Тепловой режим отапливаемых зданий и основные характеристики САР отпуска тепла в отопительных котельных / В кн.: Автоматизация отопительных котельных. — Л.: Гостопиздат, 1961.
17. Чистович С.А., Быков С.И., Лебедев П.И. Метод учета влияния инерционности наружных ограждений зданий на режим отпуска теплоты в условиях АСУ ТП / В кн.: Индустриальные отопительно-вентиляционные и санитарно-технические системы и технология их монтажа. — Л.: ВНИИГС, 1983.
18. Чистович С.А., Харитонов В.Б. Автоматизированные системы теплоснабжения, теплоснабжения и отопления // АВОК-Северо-Запад, СПб: 2008.



ТЕРМОРОС ПРЕДСТАВЛЯЕТ > КОТЛЫ RAPIDO



Тепло и уют Вашего дома

RAPIDO®

Clevere Wärme.

Чугунные отопительные котлы

*Атмосферные газовые отопительные котлы
мощностью от 9 до 221 кВт*



*Универсальные отопительные
котлы для работы
с наддувной горелкой
мощностью от 16 до 650 кВт*

Автоматика для систем отопления

*От простых систем контроля до сложных
погодозависимых каскадных контроллеров,
способных управлять системой отопления и ГВС*



Бойлеры для приготовления горячей воды

*Высокопроизводительные бойлеры
для установки под котёл 150 и 200 литров
Бойлеры отдельностоящие от 130 до 500 литров*



Полотенцесушители водяные в системах отопления и ГВС

История полотенцесушителей в современной России полна драматизма. До 1990-х гг. мало кто обращал особое внимание на толстую изогнутую трубу, расположенную на стене или под умывальником в ванной комнате. Правда, наиболее «продвинутые» жители где-то добывали дефицитные хромированные «трубы» и очень гордились ими. Большинство же довольствовалось крашенными У/М-образными изделиями и не задумывалось об их красоте.

О. СИЗУХИН, технический консультант

Все круто изменилось в самом начале 1990-х гг. На рынок хлынула масса диковинных изделий, называемых полотенцесушителями. Разнообразие их дизайна и размеров поражали воображение. Цена некоторых доходила до нескольких тысяч долларов, но это не останавливало покупателей. Полотенцесушители стали престижным украшением ванных комнат... Разочарование наступало обычно через три-шесть месяцев после установки. Хромированное чудо покрывалось ржавыми точками и начинало протекать.

Дело в том, что импортные полотенцесушители изготавливались из черной стали и не имели внутреннего антикоррозионного покрытия. Мало кто знал, что в Западной Европе полотенцесушители включают не в системы горячего водоснабжения (ГВС), а в системы отопления, в которых предпринимаются меры по подготовке теплоносителя и удалению из него воздуха. В подавляющем же большинстве российских городских квартир подключение полотенцесушителей технически возможно только к системам горячего водоснабжения. Однако, растворенный в воде кислород неизбежно вызывал коррозию внутренней поверхности стальных труб!

Красивые, но опасные полотенцесушители еще несколько лет продвигались вглубь России, пока окончательно не дискредитировали себя в глазах покупателей. Впрочем, россияне, однажды пораженные красотой этих изделий, уже не могли обходиться без них. Тогда на рынке появились электрические полотенцесушители. Их многообразие было велико, они не ржавели и не протекали. У них были другие недостатки — заоблачные цены и необходимость платить за электроэнергию. Спрос на такие

приборы оказался ограниченным, но не уменьшил желания россиян обладать престижными приборами.

К концу 1990-х гг. в массовом сознании, наконец, появилось понимание того, какие полотенцесушители можно включать в систему ГВС, а какие только в систему отопления. На рынке появилось большое количество моделей полотенцесушителей не только импортных, но и российского производства.

По внешнему виду полотенцесушители можно разделить на две группы: U-образные и М-образные, и дизайн-радиаторы — полотенцесушители в форме «лесенки».

Полотенцесушители первой группы делают из толстостенной черной, оцинкованной или нержавеющей стали. Они безопасно могут эксплуатироваться в системах ГВС. Все приборы этой группы отличаются простотой установки, высокой надежностью и доступной ценой. Полотенцесушители второй группы — дизайн-радиаторы — характеризуются большим разнообразием дизайнерских решений. Дизайн-радиаторы разделяются на четыре вида: из цветных металлов (латунь, медь, алюминий); из черной стали с внутренним антикоррозионным покрытием и без него; из нержавеющей стали; из черной стали с теплообменником (двухконтурные).

Полотенцесушители из цветных металлов, как отечественного, так и зарубежного производства при-

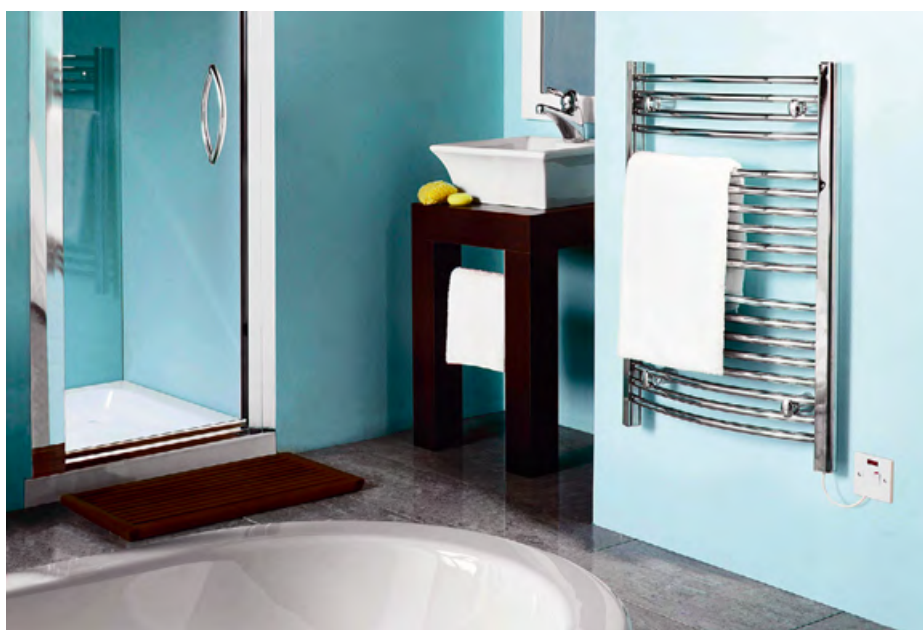


www.worldwallpaperfree.com

сутствуют на российском рынке в большом ассортименте. Однако, «агрессивная» высокотемпературная вода в системах ГВС и наличие металлов-антагонистов в одной системе могут привести к значительному сокращению срока службы этих изделий. Такие полотенцесушители рекомендуется подключать к системам отопления.

Полотенцесушители из черной стали с внутренней антикоррозионной обработкой в системах ГВС пока не показывают достаточной надежности. Вероятно, технология нанесения защитного покрытия требует дальнейшего совершенствования.

Полотенцесушители из нержавеющей стали обладают наибольшей живучестью. Они одинаково надежны как в системах отопления, так и ГВС. Это быстро поняли зарубежные производители, ориентированные на российский рынок. Однако первые их модели оказались не очень удачными. Удачнее всех оказались разработки российской компании «ТВЕК». На рынке появилось более десятка моделей красивых и добротных изделий, дизайн которых лежит в русле



классической «лесенки». Этим же путем последовали и производители из Санкт-Петербурга. Цена российских дизайнерских радиаторов из «нержавейки» оказалась ниже, чем их европейских аналогов. Полотенцесушители из нержавеющей стали выпускаются окрашенными, хромированными и полированными. Полированные полотенцесушители, в отличие от хромированных, не боятся высоких

температур и имеют идеальное качество поверхности. У приборов, эксплуатируемых в системах ГВС, внутреннее сечение труб постепенно уменьшается из-за выпадения в твердый осадок примесей, растворенных в воде.

Полотенцесушители с теплообменником свободны от недостатков, присущих предыдущим видам (из-за разведения теплоносителя по двум независимым контурам). Первичный контур соединяется с системой ГВС, а вторичный контур образуется трубками полотенцесушителя. Тепло от первого контура через теплообмен передается второму контуру, который оказывается защищенным от всех неблагоприятных воздействий систем ГВС — высокого давления, «агрессивной» воды, высокой температуры. Приборы этого вида, представленные компаниями Arbonia, «КЗТО» и др. имеют теплообменник, встроенный в конструкцию прибора. В изделиях, известных под маркой Kermi-«ТВЕК» теплообменник отделен от полотенцесушителя и устанавливается непосредственно на стояке ГВС. Это обеспечивает хорошую циркуляцию теплоносителя в приборе и хорошую теплоотдачу. Достоинством этого вида изделия является возможность подключения к теплообменнику любого полотенцесушителя с теплоотдачей до 600 Вт. При использовании маломощного циркуляционного насоса подключать можно полотенцесушители мощностью до 2 кВт.

Сейчас все проблемы, связанные с пониманием особенностей эксплуатации полотенцесушителей, разрешились. ■



www.worldwallpaperfree.com

ЛУЧШИЙ ВЫБОР ДЛЯ ТЕБЯ И ТВОИХ КЛИЕНТОВ



В этом сезоне предлагаем Вам лучший выбор наших продуктов с дополнительным бонусом! Покупая радиаторы Purmo Compact или Purmo Ventil Compact, Вы можете использовать 5% закупочной стоимости в виде специальной скидки на покупку других типов радиаторов из нашего предложения.

Больше информации Вы найдете на нашем сайте:
www.purmo.ru.

WWW.PURMO.RU



Реклама. Товар сертифицирован.

PURMO 
The Warm Society

Инфракрасные электрообогреватели

В связи с ростом цен и ограничением лимитов на энергоносители экономичный обогрев становится все более актуальным. Руководителям предприятий и организаций, особенно тех, в распоряжении которых имеются большие и высокие помещения, стоит задуматься о затратах на тепло. По мнению многих специалистов, инфракрасный (длинноволновый, тепловолновый, лучистый) обогрев является одним из наиболее экономичных типов обогрева. Применяют инфракрасные обогреватели газовые и электрические. В этой статье мы рассмотрим электрические инфракрасные обогреватели.

Инфракрасные электрические обогреватели работают бесшумно, без вибраций. Отсутствие продуктов сгорания устраняет потребность в дополнительных системах вытяжной вентиляции. Инфракрасные обогреватели используются в помещениях и на открытом воздухе: на стадионах, в уличных кафе, на концертных площадках и т.д., а также находят широкое применение в различных промышленных процессах для сушки и нагрева.

Высокая практичность инфракрасных обогревателей заключается в простом и быстром монтаже, простоте эксплуатации оборудования и управлении температурным режимом, освобождаются значительные площади, исключается опасность размораживания системы. В инфракрасных обогревателях не используются движущиеся части, нет воздушных фильтров, отсутствует смазка. Применяемые в них плоские нагревательные элементы более эффектив-

ны, чем ТЭНы и имеют большой срок службы. Крепятся на потолок и стенах, могут работать круглосуточно.

Основной проблемой применения является необходимость соблюдения гигиенических нормативов: ограничение температуры поверхности обогревателя и плотности лучистого теплового потока на рабочем месте. Это требует детального расчета распределения лучистого тепла по поверхностям обслуживаемых помещений.

Современный рынок инфракрасных обогревателей чрезвычайно насыщен и разнообразен. Он насчитывает около 20 производителей этого оборудования, подавляющее число которых — зарубежные: из Германии, Венгрии, Италии, Турции, Словакии, США, Польши, Чехии, Франции, Швеции и т.д. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция роста объемов продаж данного вида отопительного оборудования (в среднем на 20% ежегодно). Его потребителями преимущественно являются промышленные предприятия и учреждения сферы обслуживания. С помощью экспертов мы попробовали выяснить, какие модели инфракрасных обогревателей сегодня являются самыми востребованными и какие компании — ведущими в области их производства и поставок на российский рынок. Расположим рассматриваемое оборудование в зависимости от температуры излучающей поверхности.

ИК-приборы с температурой поверхности менее 60 °С

Начнем с длинноволновых инфракрасных приборов, осуществляющих нагрев, температура которого не превышает 50 °С, а спектр излучения лежит в диапазоне 9,2–9,5 мкм. Такое оборудование предлагает, например, компания Noirot. Одна из последних разработок этого крупнейшего производителя — инфракрасный электрический обогреватель серии Noirot Verlys Evolution 1500. Электрический обогреватель, выполненный из стеклокерамики черного цвета, он сочетает в себе два способа обогрева: конвективный и инфра-



www.worldpaperfree.com

красный. Изящество форм и высочайшая чистота стекла создают ощущение роскоши и богатства. Работой Noirot Verlys Evolution управляет электронный цифровой термостат ASIC, с точностью поддержания температуры до $0,1^{\circ}\text{C}$. Высокая точность поддержания температуры приводит к экономии электроэнергии, увеличению срока службы прибора и созданию максимального комфорта без скачков температуры. При этом со временем точность электронного термостата не меняется. Comfort (комфортный), Eco (экономичный), Horsgel (антизамерзание), Arret (режим остановки) и переключатель. На этой же основе созданы специальные обогреватели для детских учреждений (серия R-21), которые абсолютно безопасны для самых маленьких детей и отвечают всем самым последним Евростандартам и требованиям безопасности.

Хорошей репутацией пользуются на российском рынке модели панельных инфракрасных обогревателей серии Noirot Spot E-II 500, Noirot Spot E-II 750, Noirot Spot E-II 1750. Приборы этой серии рассчитаны на обогрев помещений площадью $5\text{--}7\text{ м}^2$. Эти универсальные панели изготавливаются в корпусе коробчатой конструкции, внутри которой уложен специальный кабель, похожий на кабель теплого пола. На тыльной стороне закреплена теплоотражающая изоляция. Лицевая сторона покрывается порошковыми красками — она мо-



жет быть облицована при установке керамической плиткой, мрамором или любым другим натуральным или искусственным камнем. Напряжение питания — $220\text{ В}/50\text{ Гц}$. Удельная мощность — $500\text{ Вт}/\text{м}^2$. Срок службы — не менее 25 лет. Панели выпускаются в широком диапазоне типоразмеров (длина — от $0,96$ до $1,96\text{ м}$, ширина — от $0,27$ до $0,73\text{ м}$).

Одной из последних новинок на российском рынке ИК-обогревательных приборов является ноу-хау отечественного производителя — компании «Эконика-Техно». В эксклюзивной разработке российских специалистов под названием «Макар TOP» используются уже получившие широкое мировое признание нагревательные элементы на основе углеродосодержащего волокна. Надежность и практичность нагреватель-

ного элемента инфракрасного карбонового обогревателя несоизмеримо выше, чем у галогеновых, спиральных нагревательных элементов и ТЭНов. У карбоновых обогревателей «ТОР» на единицу мощности теплового потока энергопотребление почти в три раза меньше, чем у традиционных ИК-обогревателей. Обогреватель мощностью $0,9\text{ кВт}$ (габариты $652\times145\times76\text{ мм}$ и масса $2,5\text{ кг}$) способен обогреть помещение площадью 30 м^2 . Сектор прямого теплового потока обогревателя 110°C .

Экономичный расход электроэнергии, стильный дизайн, безопасная конструкция и практически неограниченный срок службы нагревательного элемента ставят «Макар TOP» в один ряд с лучшими образцами ИК-обогревателей, представленных на отечественном рынке. Приборы названной серии, а также серии «Макар ИК-0,5», -1, -2, -3, -4, давно и успешно применяются для комфортного обогрева бытовых и промышленных помещений, а также сушки окрашенных поверхностей при различных технологических процессах. Они крепятся на кронштейнах к потолочной поверхности, снабжены встроенным устройством индикации работы. Система управления температурой осуществляется автоматически.

Любопытную модель инфракрасного обогревателя предлагает поставщик и разработчик бытовых приборов для отопления и водоснабжения компания Unitherm (Германия). Универсальный настенный прибор типа UQS 180 предназначен для обогрева как закрытых помещений, так и открытых пространств.



Заслуженный интерес вот уже несколько лет вызывает продукция компании «ИкоЛайн». Несмотря на жесткую конкуренцию и широчайший выбор на рынке инфракрасных приборов, компания сумела разработать свой эксклюзивный продукт и получить признание потребителя. Это своеобразный вариант «русской бани Маслова». Обогреватели потолочные «ИкоЛайн» могут использоваться в качестве основной или дополнительной системы отопления для любых помещений. Установка на потолке позволяет сохранить стены и пол свободными. Длинноволновые обогреватели быстро и равномерно нагревают помещение, при этом пол всегда будет теплее воздуха. Принцип действия длинноволновых обогревателей «ИкоЛайн» сильно отличается от обычных отопительных приборов. Их особенностью является «мягкий» режим прогрева с температурой воздуха от 30 до 60 °C и влажностью от 10 до 100 % (баня укомплектована парогенератором). Пол, стены и лежанка облицовываются керамикой, мрамором или гранитом и подогреваются практически теми же отопитель-

ными панелями, располагаемыми под облицовкой. Конструкция обеспечивает полную электробезопасность (степень защиты IP 67, класс электрозащиты I) и экранировку от излучений токов промышленной частоты. Кроме этого в модельном ряду инфракрасных обогревателей «ИкоЛайн», предназначенных для отопления дачи, квартиры, коттеджа, балкона, теплицы, зимнего сада, интересна бытовая серия «Комфорт».

ИК-приборы с температурой поверхности от 60 до 100 °C

Модели длинноволновых нагревательных приборов, которые предлагает фирма Energotech, подходят для установки как в комнатах, так и в больших производственных помещениях. На высоте 2–2,5 м лучше всего размещать самые низкоинтенсивные системы EnergoCassete и EnergoLine, применяемые, впрочем, и на больших (до 3,5 м) высотах. Инфракрасные обогреватели EnergoCassete можно вмонтировать в стандартный подвесной потолок с ячейками 60×60 см, поэтому они годятся и для использования в офисах. Температура на повер-

хности каждого прибора не превышает 100 °C, аппарат излучает мягкое комфортное тепло. Обогреватели EnergoCassete выпускаются во влагозащищенном исполнении и разработаны для сухих, влажных и огнеопасных помещений. Возможна установка аппаратов этой серии в детских учреждениях. Однако следует учесть, что это достаточно дорогие системы: розничная стоимость оборудования мощностью 600 Вт составляет \$248. EnergoLine — элегантный тонкий обогреватель с классом защиты IP 44, предназначенный для использования во влажных и сухих помещениях. В наибольшей мере распространены и востребованы на рынке системы EnergoStrip EE. К наиболее недорогим инфракрасным обогревателям, выпускаемым компанией Energotech, относится рефлекторный EnergoInfra. Приборы EnergoInfra выпускаются в брызгозащищенном исполнении (класс защиты IP 44) для установки во влажных и сухих помещениях, а также для наружного монтажа.

В эту же группу входят потолочные ИК-панели, или, как их еще называют, потолочные кассеты, которые представлены в модельном ряду крупнейшего их производителя — фирмы Frisco (Швеция). Остановимся на двух их модификациях: для установки вместо модуля подвесного потолка и с монтажными скобами для крепления к потолку. В свою очередь, кассеты с монтажными скобами предлагаются в брызгозащитном (IP 54) и струезащитном (IP 55) исполнении. Их устройство очень напоминает вышеописанные стеновые панели: пленочный нагреватель, стальной корпус, отражающая теплоизоляция. Корпус из оцинкованной стали окрашен методом порошкового напыления. Температура поверхности панелей не превышает 100 °C, что обеспечивает мягкий комфортный режим обогрева. В серии HP Frisco предлагает кассеты, рассчитанные на напряжение питания 220 и 360 В. Аналогичные приборы выпускают многие другие фирмы. Из отечественных производителей, выпускающих такие панели, «Мистер Хит» (модели ИК-0,7, -1,1, -1,4, высота распо-



ложения обогревателя над полом должна составлять от 2,2 до 3,5 м в зависимости от мощности обогревателя), «Оникс» («Оникс-07» «Оникс-15»).

Среди многочисленных разработок инфракрасных обогревателей хорошо зарекомендовали и получили широкое применение обогревательные приборы, представленные компанией «БиЛюкс». Потолочные кассеты серии «А» для установки в подвесной потолок или на монтажных скобах предназначены для обогрева помещений высотой до 3 м. Потолочные кассеты могут использоваться и для локального дополнительного обогрева отдельных рабочих мест, обеспечивая комфорт для персонала без необходимости греть все помещение. Габаритные размеры (д×ш×т): 59,5×59,5×6,7 см, вес — 5 кг, напряжение — 220 В, ток 2,3 А. Минимальная высота подвеса — 2 м. Гарантия — два года, срок службы — 10 лет. При установке в подвесной потолок они легко объединяются в серию, формируя систему общего обогрева помещения. Средняя потребляемая мощность — 100 Вт, номинальная мощность — 300 Вт.

ИК-приборы с температурой поверхности от 101 до 280 °С

К этой группе мы отнесли прежде всего ИК-молдинги Termoplus, предназначенные для установки над окнами. Приборы выпускаются фирмой Frico. Нагреватель — стальной ТЭН. Передняя панель выполнена из алюминия с эмалевым покрытием повышенной прочности. В задней части корпуса имеются прорези для прохода воздуха, что позволяет обогревателю работать не только в ИК-режиме, но и в режиме конвектора. Температура излучающей поверхности — 200 °С. Напряжение питания — 220 или 360 В. Ширина и высота для всех моделей одинаковы — 90×215; 100 мм, а вот длина может быть разной. Поставляются в трех исполнениях:

- ЕС — для сухих помещений, управляются внешним термостатом или селектором мощности;
- ECVT — для влажных помещений, имеют встроенный термостат и шнуrowой выключатель;



□ ECV — для влажных помещений, могут использоваться как ведомые к приборам ECVT или самостоятельно (работают от внешнего управляющего устройства).

Еще один вид ИКЭО, принадлежащий к этой группе, — однопанельный обогреватель для монтажа на высоте от 2,5 до 4 м. Температура излучающей поверхности — порядка 250 °С (у некоторых фирм 280 °С). Приборы устанавливаются горизонтально под потолком на монтажных скобах (они как правило входят в комплект) или тросовой растяжке. С помощью дополнительных монтажных скоб могут крепиться к стене. Корпус изготавливается из оцинкованного стального листа и окрашивается. Нагреватель — стальной ТЭН. Греющая панель, в специальный паз которой и устанавливается (проще говоря, вкладывается) ТЭН, производится из анодированного алюминия. На ее внешней поверхности имеется продольное ребрение, что позволяет увеличить площадь излучающей поверхности. В пространстве между передней панелью и задней стенкой укладывается теплоизоляционный материал (в большинстве случаев минеральная вата).

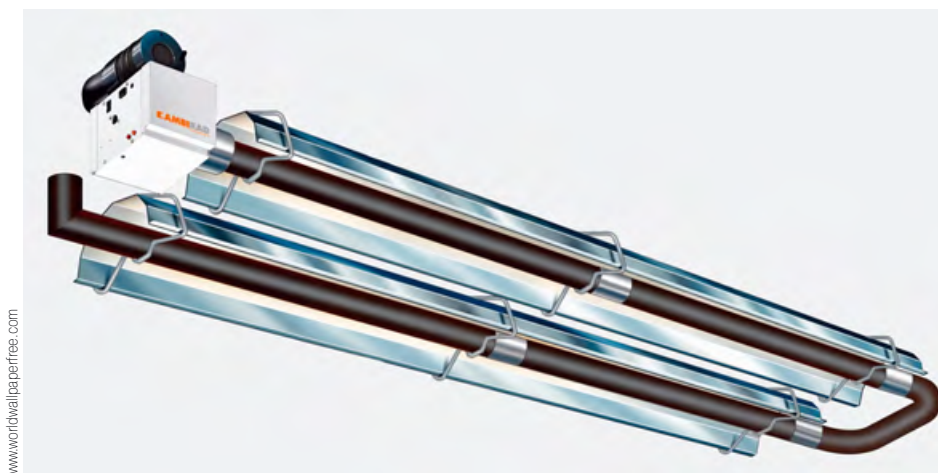
Выпускаются такие панели несколькими фирмами: Frico — серия Elstrip; «ИкоЛайн» (Россия) — серия ЭЛК, Energotech — серия EnergoStrip.

Многие фирмы производят на основе однопанельных ИКО «сдвоенные» и «строенные» изделия. Проще говоря,

в одном корпусе монтируется сразу два или три однопанельных обогревателя. Так, «ИкоЛайн» — в серии ЭЛ 20/30/40 R, Energotech — в серии EnergoStrip. Мощность таких ИКО лежит в диапазоне от 1500 до 4000 Вт и их принято относить к промышленным. Устанавливаться такие панели должны на высоте не менее 3 м. Цена у них, естественно, выше, чем у однопанельных, правда, растет она не прямо пропорционально количеству использованных однопанельных ИКО — единый корпус обходится все-таки дешевле, чем двух-трех отдельных.

ИК-приборы с температурой поверхности более 300 °С

В качестве примера мощных электрообогревателей для открытых пространств можно привести модели серии EnergoInfra (данные представлены в таблице) от компании Energotech. Например, комплексный обогреватель для балконов, теплиц, зимних садов и открытых площадок. На его основе выпускается серия «спаренных» ИКО — EnergoInfra Industrie (EIR 3000, EIR 4500, EIR 6000). Эти нагреватели обладают значительно большей мощностью и предназначены в основном для производственных помещений или уличного монтажа. Модель инфракрасного обогревателя другой серии — EnergoStrip EE подходит для установки и в маленьких комнатах, и в больших производственных помещениях на высоте от 2 м. Обеспечивает приятное и комфортное тепло, а также



эффект теплых полов. Система проста и не дорога в установке, имеет класс защиты IP 44.

Но наиболее известна на рынке продукция другого шведского производителя — компании Frico. В ее серии ComfortInfra CIR представлены модели мощностью от 0,5 до 2 кВт в двух вариантах исполнения — CIR100 и CIR200 (со шнуровым выключателем), в которых отражатель, обладающий повышенной коррозионной стойкостью, выполнен из зеркально полированного алюминия с углом рассеивания теплового потока в 60°C. ComfortInfra CIR используются в основном для обогрева зимних садов, террас, балконов, открытых веранд, но могут устанавливаться также в жилых и офисных помещениях (при большой высоте подвеса) и даже на улице.

ИК-обогреватель IR использует для обогрева помещений с высотой потолков от 4,5 до 20 м (цехи, спортзалы, склады). Также успешно применяются для решения технологических задач (разогрев материалов, сушка, поддержание антиобледенительного режима). По конструкции эти ИКО похожи на ComfortInfra CIR, но без защитной решетки (поставляется отдельно).

Приборы серии Elztrip EZF 32/42 предназначены для помещений с высотой потолков от 3 до 15 м. Могут также использоваться на открытых и полукрытых площадках. Двухпанельные модели ($t_{\text{пов}} = 300^\circ\text{C}$) предназначены для установки в нижней части рекомендуемого диапазона высот, трехпанельные ($t_{\text{пов}} = 400^\circ\text{C}$) — для установки в верхней части этого диапазона.

Таким образом, мы видим, что сформировался рынок необходимого инфракрасного электрооборудования, и задача проектировщика состоит в правильном

выборе и детальном расчете параметров системы электрического отопления, включающих выбор типа, количества и способа размещения нагревательных элементов. В этом случае будут выполнены гигиенические нормативы по применению тех или иных приборов и уровню облученности (плотности лучистого теплового потока) на рабочих местах и в обслуживаемых зонах.

В настоящее время разработаны методы расчета таких систем, апробированные на практике и позволяющие с достаточной точностью определять параметры систем электрического отопления.

Без сквозняков и пыли: отопление для здорового климата

Потолочные панели Zehnder уже несколько десятилетий используются для отопления помещений высотой от 3 до 30 м. Область применения потолочных панелей очень широка: это могут быть различные производственные помещения, торговые залы, склады, мастерские, гаражи, спортивные залы, аэропорты и многие другие объекты. В секторе отопления помещений высотой от 3 до 30 м компания Zehnder GmbH — производитель потолочных панелей ZBN и ZIP — является лидером на европейском рынке.

Панели ZBN являются «классикой» потолочного лучевого отопления. Их использование в сложных проектах позволяет сразу решить многие проблемы: панели данного типа могут быть гладкими или перфорированными для лучшего поглощения шума, с отверстиями под встроенные светильники или с защитной решеткой от мячей.

Потолочные панели типа ZIP представляют собой готовые модули для

сборки, что позволяет их легко комбинировать и использовать практически на любых объектах. А благодаря новой технике монтажа сварка больше не нужна: отдельные модули соединяются с помощью пресс-фитингов или винтов, специально разработанных компанией Zehnder. Кроме того, незначительный вес панелей ZIP не только упрощает монтаж, но и является решающим фактором применения панелей в ситуации, когда конструкция крыши позволяет лишь небольшую нагрузку. Все части панелей ZIP защищены от коррозии, что позволяет использовать данный тип панелей и в системе охлаждения. Помимо этого панели ZIP имеют специальное исполнение для помещений с повышенной влажностью.

Все потолочные панели лучевого отопления Zehnder имеют высококачественное эмалевое покрытие: панели ZIP — белого цвета RAL 9016, панели ZBN — любого цвета палитры RAL, и поставляются в комплекте с термоизоляцией.

Потолочные панели лучевого отопления Zehnder устанавливаются там, где это ничего не стоит — на потолке. Монтаж панелей осуществляется просто и быстро, что также значительно сокращает расходы. Система имеет практически неограниченный срок службы. Благодаря высокой доле излучения люди в помещении ощущают температуру на 3°C выше ее реальной величины. По сравнению с другими системами отопления, например, с воздушным отоплением, потолочные панели позволяют экономить до 18% энергии и обеспечивают оптимальное ощущение комфорта при более низкой температуре.

Потолочные панели лучевого отопления Zehnder объединяют в себе здоровый и комфортный климат, с одной стороны, и эстетику и эффективность, с другой. Кроме того, использование потолочных панелей делает возможными самые сложные проекты: интеллектуальные технологии для оптимального с любой точки зрения отопления. ■

О пофасадной подаче приточного воздуха

Как известно, основная задача вентиляции и кондиционирования воздуха состоит в поддержании в помещениях допустимых или оптимальных температурно-влажностных условий.

Б. КРУПНОВ, к.т.н., профессор, МГСУ

Для большинства помещений общественных зданий расход приточного воздуха определяется по избыткам явной или полной теплоты и влаги [1], отдельно для холодного и теплого периодов года и переходных условий. Избытки явной и полной теплоты представляют собой разность расчетных теплопоступлений в помещении и тепловых потерь через наружные ограждения.

Расчетные же теплопоступления равны сумме теплопоступлений Q_L — теплопоступление от людей [2], $Q_{осв}$ — от искусственного освещения [2], $Q_{об}$ — от оборудования [2], потребляющего электроэнергию, пар, горячую воду, $Q_{ср}$ — теплопоступления в помещение через наружные ограждения (главным образом через светопрозрачные) за счет солнечной радиации и теплопередачи [2–6]. В помещениях с повышенной площадью остекленности фасадов здания теплопоступления через светопрозрачные ограждения составляют большую часть суммарных теплопоступлений.

Теплопоступления за счет солнечной радиации и теплопередачи через 1 м^2 заполнения световых проемов зависят от их типа и формы, конструкции наружной стены, наличия или отсутствия солнцезащитных устройств, района

строительства и их ориентации, и могут составлять 100–400 Вт и более.

В соответствии с градостроительными решениями здания прямоугольной формы, могут быть «меридионального», «широтного» или иного типа, т.е. продольные фасады могут быть ориентированы, соответственно, на восток и запад, юг и север и т.д. В практике проектирования приточный воздух от одной системы обычно подают в помещения с наружными ограждениями разной ориентации. Например, в помещении с окнами восточной и западной или южной и северной ориентации.

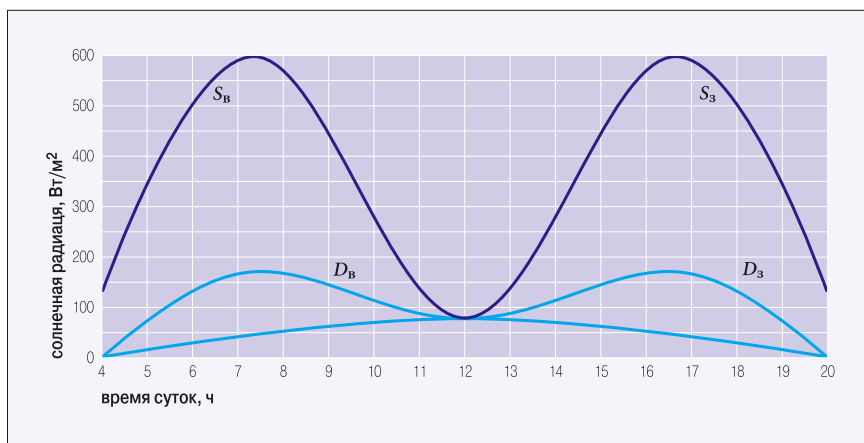
Из представленного рис. 1, составленного по данным [3, 6, 7], следует, что солнечная радиация прямая S и рассеянная D на вертикальную поверхность восточной ориентации поступает преимущественно до полудня, а на поверхность западной ориентации — после полудня.

Это означает, что в помещениях с светопрозрачными ограждениями восточной ориентации теплоизбытки будут наибольшими в первой половине дня, а в помещениях со светопрозрачными ограждениями западной ориентации будут наибольшими во второй половине дня. К тому же надо отметить, что в утренние часы (с 5:00 до 10:00) температу-

ра наружного воздуха в расчетные сутки ниже среднесуточной температуры, а после полудня (с 14:00 до 18:00) выше среднесуточной. Продолжительное солнечное облучение помещений с окнами западной ориентации во второй половине дня в теплый период года приводит к перегреву внутреннего воздуха.

Совершенно иная картина теплопоступлений в помещения через окна за счет солнечной радиации и теплопередачи наблюдается в зданиях «широтного» типа. Если через окна северной ориентации с 7:00 до 17:00 в помещение поступает только тепло от рассеянной радиации, не превышающее $50\text{--}70 \text{ Вт/м}^2$, то через окна южной ориентации поступает тепло от прямой и рассеянной радиации, достигающее в полдень соответственно около $300\text{--}350$ и $80\text{--}100 \text{ Вт/м}^2$.

Следовательно, при подаче приточного воздуха от одной приточной установки в помещения с светопрозрачными ограждениями разной ориентации усложняется и удорожается технически возможность поддержания требуемых параметров воздуха в помещениях с окнами разной ориентации. Отсюда рекомендуется пофасадная подача приточного воздуха, т.е. подача приточного воздуха в помещения со светопрозрачными ограждениями одной ориентации от отдельной приточной установки. В этом случае несколько увеличивается стоимость приточных установок (потребуется две установки меньшей по подаче воздуха вместо одной большей по суммарной подаче воздуха) и распределительных воздухопроводов. Но в ходе эксплуатации очевидно снижение расхода теплоты и холода при поддержании требуемых параметров воздуха в помещениях с окнами разной ориентации. ■



■ Рис. 1. Изменение прямой S и рассеянной D солнечной радиации, поступающей на вертикальную поверхность восточной (в) и западной (з) ориентации в июле при безоблачном небе в Москве (56° северной широты)

1. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. — М.: Госстрой России, 2004.
2. Соловьев С.П., Пермяков С.И., Крупнов Б.А. Рекомендации по проектированию светопрозрачных ограждений общественных зданий массового строительства / ЦНИИЭП учебных зданий. — М.: Стройиздат, 1989.
3. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1: В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Похонин и др. / Под ред. Н.Н. Павлова, Ю.И. Шиллера. Изд. 4-е. — М.: Стройиздат, 1992.
4. Пособие 2.91 к СНиП 2.04.05-91. Расчет поступления теплоты солнечной радиации в помещения / Промстройпроект. — М., 1993.
5. Расчет нестационарных теплопоступлений в кондиционируемых помещениях. — М.: АВОК, 2008.
6. Руководство по строительной климатологии. Пособие по проектированию. — М.: Стройиздат, 1977.
7. Крупнов Б.А. Расчет теплопоступлений в помещение через наружные ограждающие конструкции за счет солнечной радиации и теплопередачи. Учебное пособие. — М.: МГСУ, 2009.

Безопасность VRF-систем для пользователей

Мультизональные системы кондиционирования или VRF-системы (variable refrigerant flow) — системы кондиционирования с переменным расходом хладагента — все это названия одного класса центральных систем кондиционирования, использующие в качестве энергоносителя не воду или воздух, а фреон. Сегодня на мировом рынке присутствуют VRF-системы от японских, корейских и китайских производителей. Кроме увеличения объемов продаж происходит быстрое развитие функциональных характеристик VRF-систем. Относительно недавно появились совсем новые VRF-системы: трехтрубные, с водяным охлаждением конденсатора, с комбинированным наружным блоком. Разработан новый класс или, вернее, второе поколение VRF-систем, использующих R410A, с совершенно другими техническими характеристиками.

С. БРУХ, руководитель учебного центра «Ассоциация «Японские кондиционеры»

Безопасность VRF-систем

Комбинированные VRF-системы относятся к классу систем кондиционирования с непосредственным испарением хладагента во внутренних блоках (местных кондиционерах). Поэтому в случае аварийной разгерметизации фреонового контура может произойти попадание хладагента в зону дыхания людей. Фреон R410A тяжелее воздуха, не является токсичным веществом и в небольших концентрациях безвреден для человеческого организма. Однако, R410A не поддержи-

вает дыхание, в случае попадания человека в зону заполнения фреоном происходит удушье и потеря сознания. Если в течение 15 минут человека не эвакуировать из помещения, помочь ему будет невозможно.

Если для некомбинированных фреоновых систем кондиционирования количество хладагента в пределах одного контура не превышало 20 кг, то для комбинированных VRF-систем эта цифра уже значительно больше и доходит до 60 кг. Обязательным условием проекти-

рования VRF-систем должна быть проверка на аварийную концентрацию хладагента в обслуживаемых помещениях. Процесс определения концентрации хладагента в случае аварийного выброса производится следующим образом:

1. Требуется определить критичное (расчетное) помещение — как правило, это минимальное по объему помещение на одной VRF-системе, в котором могут находиться люди.

2. Требуется определить объем воздуха V в данном помещении, причем объем измеряется по ограждающим строительным конструкциям — допустим, площадь самого маленького помещения составляет 12 м² при высоте от пола до потолка 2,7 м, значит, объем этого помещения равен 32,4 м³.

3. Определить количество хладагента в системе по формуле:

$$M_{\text{зав}} + M_{\text{доп}} = M,$$

где $M_{\text{зав}}$ — количество хладагента в наружном блоке, заводская заправка, кг; $M_{\text{доп}}$ — дополнительное количество хладагента (на длину магистралей), кг; M — общее количество хладагента в системе, кг (причем если в одном помещении установлены два внутренних блока от разных VRF-систем, необходимо учитывать суммарное количество хладагента). Количество хладагента в системах разных производителей зависит от мощности наружного блока и от длины магистралей. Для укрупненного расчета можно пользоваться следующей формулой (для R410A):

$$0,3 Q_{\text{хол}} (1 + 0,01 L) = M_{\text{фр}},$$

где $Q_{\text{хол}}$ — номинальная производительность по холоду наружного блока, кВт; L — фактическая длина жидкостного трубопровода между наружным и самым удаленным внутренними блоками, м; $M_{\text{фр}}$ — полное количество хладагента в системе, кг. Допустим, система состоит из двух наружных блоков суммарной мощностью 80 кВт. Максимальная длина магистралей 100 м. Тогда общее количество хладагента в системе равно:

$$0,3 \times 80 \times (1 + 100 \times 0,01) = 48 \text{ кг}.$$

4. Определить концентрацию хладагента в критичном помещении:

$$C_{\text{фр}} = M_{\text{фр}} / (V + L/6), \text{ кг/м}^3,$$

где L — количество вытяжного воздуха, удаляемого из данного помещения системами механической вентиляции, м³/ч. Величина L учитывается только при по-



стоянной работе механической вытяжки из рассматриваемого помещения. Если гарантии в постоянной работе вытяжки нет, лучше в расчет данную величину не вводить.

В нашем случае в помещении постоянно работает механическая вытяжная вентиляция и удаляет из него 80 м³/ч воздуха. Тогда концентрация фреона в случае аварийного выброса будет:

$$C_{\text{фр}} = 48 / (32,4 + 80/6) = 1,050 \text{ кг/м}^3.$$

5. Теперь необходимо сравнить полученную концентрацию с предельно допустимой концентрацией (ПДК) аварийного выброса $C_{\text{ПДК}}$. Для разных хладагентов величины $C_{\text{ПДК}}$ отличаются (табл. 1). В нашем случае применен хладагент R410A. Концентрация фреона в контрольном помещении при аварийном выбросе $C_{\text{фр}}$ превысит $C_{\text{ПДК}}$: $1,05/0,44 = 2,39$ — более чем в два раза. В таком виде VRF-систему оставлять нельзя, необходимо применять меры по обеспечению безопасности людей в случае аварийного выброса фреона. Каковы же варианты выхода из сложившейся ситуации?

Вариант первый

Самый простой и эффективный. Необходимо разбить комбинированную систему на несколько независимых таким образом, чтобы количество фреона в одной системе не могло привести к превышению аварийной концентрации даже в самом маленьком помещении. Для этого удобно пользоваться табл. 2. В нашем примере при площади критичного помещения 12 м² необходимо использовать наружный блок с мощностью до 28 кВт.

Вариант второй

Необходимо обеспечить открытое пространство над и под дверью при входе в помещение в эквиваленте не менее 0,15 % площади самого помещения. Если площадь помещения 12 м², то необходимы отверстия общей площадью $12 \times 0,0015 = 0,018 \text{ м}^2$.

Вариант третий

Необходимо во всех критичных помещениях установить датчик-газоанализатор на используемый фреон и отдельную систему аварийной вентиляции. В случае превышения ПДК фреона датчик дает сигнал на систему оповещения людей и включает аварийную вентиляцию помещений.



■ Аварийные концентрации хладагента в помещениях

табл. 1

R22	R134A	R407C	R410A
300 гр/м³	250 гр/м³	310 гр/м³	440 гр/м³

■ Расчет мощности системы

табл. 2

Площадь самого маленького помещения, м²	15	20	25	30	50
Максимальная мощность VRF-системы, кВт	37	49	61	74	121

Примечания: высота потолка принята 2,7 м, механической вентиляции нет; длина главной магистрали принята 80 м, фреон R410A.

Выше была описана европейская методика EN 378-1. В наших нормативных документах также есть требования по определению аварийной концентрации хладагента в помещениях. СНиП 41-01-2003 п. 9.5 Г говорит по этому поводу следующее: «...Поверхностные воздухоохладители (испарители хладонов), а также кондиционеры автономные моноблочные, раздельного типа и с регулируемым объемом хладона допускается применять: если масса хладона при аварийном выбросе его из контура циркуляции в меньшее из обслуживаемых помещений не превысит допустимой аварийной концентрации (ДАК) 310 г на 1 м³ расхода наружного воздуха, подаваемого в помещение, или на 1 м³ объема помещения при отсутствии общеобменной приточно-вытяжной вентиляции. Значение ДАК допускается принимать по данным производителя хладона при наличии гигиенического сертификата...».

Конечно, к этому определению существуют вопросы. Например, за какое время предполагался расход возду-

ха — в час, за десять минут или какое-то другое?

Существует еще один подход к определению величины аварийной концентрации фреона, который часто встречается в каталогах производителей VRF-систем. Необходимо:

- определить строительный объем V самого малого помещения в пределах одной VRF-системы;
- определить количество фреона M в пределах одной VRF-системы;
- разделить полученное количество фреона M на строительный объем помещения V ;
- сравнить с предельной концентрацией 300 гр/м³ — если получилось больше, то принимать выше описанные меры.

В данной методике не учитывается удаление паров хладагента системами механической вентиляции, и предельная концентрация для R410A принята не 470, а 300 гр/м³, поэтому допустимый объем хладагента в VRF-системе получается в полтора раза меньше, чем в методике EN 378-1. ■

Системы вентиляции и осушения воздуха для бассейнов

Журнал «С.О.К.» неоднократно освещал проблему создания оптимального микроклимата в бассейнах. Тема же данной публикации — практические рекомендации по проектированию наиболее эффективной климатической системы, которая будет максимально соответствовать требованиям заказчика.

Л. МОЖАЕВ, заместитель генерального директора «Стройпроект-М.О.» группы компаний «ОЗОН»

Требования к микроклимату

Особенностью технологии создания микроклимата в бассейне является борьба с повышенной влажностью в помещении, связанной с испарением воды с больших площадей влажной поверхности, включая собственно зеркало воды, обходные дорожки и т.п. Требования к микроклимату бассейна изложены в следующей нормативной документации: СанПиН 2.1.2.1188-03 [1], СНиП 2.08.02-89* [2], СНиП 2.04.05-91* [3], пособие к СНиП 02.08.02-89 по проектированию плавательных бассейнов [4], СП 31-113-2004 [5].

Наиболее полным и обобщающим документом является СП 31-113-2004. Целесообразно привести выдержку из требований к параметрам микроклимата в основных помещениях плавательных бассейнов, используя материалы СНиП 2.08-89* и СанПиН 2.1.2.11-88.

Системы воздухообмена в залах ванн бассейнов должны исключать образование застойных зон при преобладании вытяжки над притоком ($\leq 0,5$ -кратного обмена). Расчетная температура в зоне размещения зрителей может быть снижена до 20°C. Подвижность воздуха в зонах пребывания занимающихся: в залах ванн бассейнов — $\leq 0,2$ м/с (в т.ч. для оздоровительного плавания и обучения не умеющих плавать) и в залах для подготовительных занятий — $\leq 0,5$ м/с. Относительная влажность воздуха должна быть: 50–65 % — в залах ванн бассейнов и 30–60 % — в залах для подготовительных занятий.

Нижние пределы относительной влажности приведены для холодного периода года при температурах, указанных в табл. 1. Некоторые рекомендации, отражающие особенности требований к микроклимату в бассейне:

- при теплотехническом расчете ограждающих конструкций залов ванн бассейнов относительную влажность следует принимать 67 %, а температуру 27°C;
- при применении клеедревянных конструкций в зоне их расположения должна круглосуточно и круглогодично поддерживаться относительная влажность не менее 45 %, а температура не должна превышать 35°C;
- нагревательные приборы и трубопроводы в залах ванн бассейнов (в т.ч. для оздоровительного плавания и обучения не умеющих плавать) и в залах для подготовительных занятий не должны выступать из плоскости стен на высоте до 2 м от пола, кроме того, во всех помещениях, где пребывают обнаженные люди, положение нагревательных приборов и трубопроводов отопления должно исключать возможность получения ожогов — в помещениях с влажным и мокрым режимами устройства ниш в наружных стенах для размещения нагревательных приборов не допускается, а если элементы вентиляционных систем (воздуховоды, решетки), а также нагревательные приборы и трубопроводы выступают из плоскости стен или вынужденно устанавливаются на высоте до 2 м от пола, их закрывают щитами или иными средствами, исключающими ожоги и другие возможные травмы занимающихся, причем конструкция защитных устройств не должна снижать функциональные качества отопительно-вентиляционных систем;
- обходные дорожки и стационарные скамьи бассейнов, а также полы водной зоны аквапарка подлежат обогреву;
- в залах ванн рекомендуются системы воздушного отопления, совмещенные с системами вентиляции воздуха — в таких системах допускается применение рециркуляции воздуха, при этом объем подаваемого наружного воздуха не должен быть менее указанного в табл. 1.

Для уменьшения испарения подвижность воздуха у поверхности воды должна быть минимальной.

Цель вентиляции — обеспечение комфортных условий для посетителей и предохранение конструкции от преждевременного разрушения. Особенно важно это в холодное время года, когда металлические конструкции страдают от переувлажнения и конденсации влаги. Проникая в незащищенные бетонные конструкции, она разрушает их вследствие циклических колебаний температуры. Кроме того, вода бассейна содер-



жит повышенное количество окислителей (хлор, озон), которые повышают коррозионную активность испарений.

Так же, как и в предыдущих статьях, не будем останавливаться на системах, предназначенных для небольших частных бассейнов, а рассмотрим в первую очередь технологические схемы, целесообразные для общественных бассейнов и аквапарков. В связи с этим не рассматривается и вопрос применения отдельных осушителей, устанавливаемых в помещении ванны бассейна.

Алгоритм проектирования

Тепловые потери через ограждающие конструкции компенсируются отоплением здания как радиаторными системами, так и подогревом обходных дорожек. Влага, испаряющаяся с поверхности воды, обходных дорожек, с тел занимающихся и т.п., является основным «вредным» веществом, по которому и рассчитывается необходимый воздухообмен.

Естественно, испарение влаги с поверхности самого бассейна, с поверхностей увлажненных материалов и предметов в помещении является основным фактором, влияющим на влажность окружающего воздуха. Интенсивность испарения зависит от площади водоема, температуры воды, влажности воздуха, скорости воздушного потока и активности занимающихся. Для расчета количества испаряющейся влаги существует достаточно много расчетных формул, в т.ч. и эмпирических:

$$W_{от} = A F d \left(d_w - \frac{d_i}{1000} \right), \quad (1)$$

$$W_{от} = e F \left(P_w - \frac{P_i}{1000} \right), \quad (2)$$

$$W_{от} = F \left[\frac{0,118 + 0,01995 a \times}{\left(P_w - \frac{P_i}{1,333} \right)} \right], \quad (3)$$

где $W_{от}$ — количество влаги, испаряющейся с открытой водной поверхности плавательного бассейна, кг/ч; F — площадь открытой водной поверхности, m^2 ; A — эмпирический коэффициент, учитывающий наличие занимающихся; d — коэффициент испарения, $kg/(m^2 \cdot ch \cdot kg)$ влаги, $d = (25 + 19V)$; V — скорость воздуха над поверхностью воды, m/c ; d_w , d_i — влагосодержание насыщенного воздуха и воздуха при заданной температуре и влажности, соответственно (g/kg сухого воздуха); P_w и P_i — давление водяных паров насыщенного воздуха в бассейне при заданной температуре и влажности воздуха, $mbar$; e — эм-

■ Параметры микроклимата в основных помещениях плавательных бассейнов

табл. 1

Помещение	Расчетная температура воздуха, °C	Кратность обмена воздуха в час	
		Приток	Вытяжка
Зал ванны бассейна (в т.ч. для оздоровительного плавания)	На 1–2 °C выше температуры воды в ванне	По расчету, но не менее 80 м³/ч наружного воздуха на одного занимающегося и не менее 20 м³/ч на одного зрителя	
Насосно-фильтровальная	16	2	3 (в т.ч. местные отсосы по заданию на проектирование)
Лаборатория анализа воды	18	2	3 (в т.ч. местные отсосы по заданию на проектирование)
Хлораторная с применением электролизных установок	16	2	2
Склад реагентов	10	–	2

пирический коэффициент, равный 0,5 для закрытых поверхностей бассейна, 5 — для неподвижных открытых поверхностей бассейна, 15 — для небольших частных бассейнов с ограниченным временем использования, 20 — для общественных бассейнов с нормальной активностью занимающихся, 28 — в случае больших бассейнов для отдыха и развлечений, 35 — для аквапарков со значительным волнообразованием; a — коэффициент занятости бассейна людьми, принимаемый 0,5 для больших общественных бассейнов, 0,4 — для бассейнов отелей, 0,3 — для небольших частных бассейнов.

По рекомендации П.П. Антонова [8], наиболее универсальной является формула (2), в которой эмпирический коэффициент e дает возможность учесть наиболее высокую интенсивность испарения в бассейнах с активными играми, горками и значительным волнообразованием, а также в малых индивидуальных плавательных бассейнах. Также в суммарном расчете количества испаряющейся влаги учитывается влага со смоченной поверхности и с тел людей.

Далее расчет системы вентиляции ведется на основании тепловлажностного баланса по [6], используя формулу:

$$G = \frac{W_{вл}}{d_n - d_{пр}} = \frac{Q_{изб}}{c(t_n - t_{пр})}, \quad (4)$$

где $W_{вл}$ — суммарное количество влаги, выделяемой в помещение, $kg/ч$; $d_{пр}$ — влагосодержание приточного воздуха, g/kg ; d_n — влагосодержание воздуха в помещении, g/kg ; $Q_{изб}$ — количество избыточного тепла в помещении, $kJ/ч$; C — весовая теплоемкость воздуха, $kJ/(kg \cdot ^\circ C)$; t_n — температура воздуха в помещении, $^\circ C$; $t_{пр}$ — температура приточного воздуха, $^\circ C$.

Кондиционирование воздуха обусловлено необходимостью сохранять неизменными t_n и d_n при вероятных из-

менениях $W_{вл}$ и $Q_{изб}$. Поддерживая постоянным количество вводимого в помещение воздуха, приходится непрерывно менять величины $d_{пр}$ и $t_{пр}$.

Количество воздуха G , поступающего в рабочую зону с выделением влаги, составляет

$$G = \frac{1000 n W_{вл}}{d_{р.з} - d_{пр}}, \quad kg/ч, \quad (5)$$

где n — коэффициент, учитывающий долю тепла, поступающего в помещение (при отсутствии опытных данных принимается $n = 1$); $W_{вл}$ — количество выделяющейся в помещение влаги, $kg/ч$; $d_{р.з}$ — влагосодержание воздуха в рабочей зоне, g/kg ; $d_{пр}$ — влагосодержание приточного воздуха, g/kg .

Количество воздуха, поступающего в рабочую зону, с одновременным выделением влаги и тепла, определяется по следующей формуле:

$$G = \frac{m Q}{I_{р.з} - I_{пр}}, \quad (6)$$

где m — коэффициент, учитывающий долю тепла, поступающего в помещение (при отсутствии опытных данных принимается $m = 1$); Q — количество избыточного тепла, подлежащее удалению, kJ/kg ; $I_{р.з}$ — теплосодержание воздуха в рабочей зоне, kJ/kg ; $I_{пр}$ — теплосодержание приточного воздуха, kJ/kg .

Для предотвращения конденсации влаги на внутренней поверхности окон отопительные приборы должны устанавливаться непрерывной цепочкой под ними, чтобы внутренняя поверхность стекла была нагрета на 1–1,5 °C выше температуры $t_{т.р}$ точки росы, которую удобно вычислять по эмпирической формуле:

$$t_{м.р} = (273 + t_{в}) \left(\frac{\Phi_{в}}{100} \right)^{0,058} - 273, \quad ^\circ C \quad (7)$$

либо сканировать с $J-d$ -диаграммы, для теплового периода $t_{т.р} = 18^\circ C$, для холодного $t_{т.р} = 16^\circ C$.

Подбор оборудования ведется в расчете на максимальный (расчетный) объем свежего воздуха, необходимый для подачи в помещение. Приведем некоторые вспомогательные данные на основе сайтов компаний, полезные при расчетах систем вентиляции бассейнов.

В табл. 2 указаны значения интенсивности испарения, полученные на основании формулы стандарта VDI 2089, рекомендуемого Обществом немецких инженеров для расчета размеров закрытых плавательных бассейнов, и полезные в случае необходимости быстрого подбора оборудования. В табл. 3 ЗАО «Инженерное оборудование» (авторы А. Алексахин, Р. Овчинников, С. Титаев) представлены практические дан-

ные по влагосодержанию воздуха при различных температурах и показано, как в зависимости от параметров наружного и внутреннего воздуха и температуры воды в ванне меняется воздухообмен в помещении бассейна в разные периоды года. Данные по влагосодержанию воздуха можно использовать при расчете количества испаряемой влаги.

Технологические схемы

Технологические схемы системы вентиляции бассейнов предусматривают приток и вытяжку с механическим побуждением. Организация воздушных потоков зависит от конструктивных особенностей здания. Приток для исключения конденсации влаги на конструкциях ор-

ганизуется, как правило, восходящим потоком вдоль стен, окон, витражей, при этом температура приточного воздуха принимается с небольшим перегревом.

Вытяжку устраивают из верхней зоны бассейна и направляют через вытяжной агрегат целиком на выброс либо на секцию смешивания, где рекуперативный теплообменник понижает температуру выбрасываемого воздуха и удаляет из подаваемого в рабочую зону воздуха избытки влаги.

Одним из важнейших требований при организации потоков является исключение застойных зон, которые могут стать источником неприятностей, связанных с конденсацией влаги, и привести к повреждению конструкций.

■ Содержание влаги в воздухе при различных температурах, разном воздухообмене в помещении бассейна в течение года в зависимости от параметров наружного и внутреннего воздуха и температуры воды в ванне

табл. 2

Температура наружного воздуха $t_{нв}, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность наружного воздуха $\varphi_{нв}, \%$	Влагосодержание наружного воздуха $d_{нв}, \text{г/кг}$	Температура внутреннего воздуха $t_{вн}, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi_{вн}, \%$	Температура воды в бассейне $t_{ww}, ^\circ\text{C}$	Суммарные влаговыделения $M, \text{кг/ч}$	Воздухообмен на 1 м^2 зеркала воды $L_s, \text{м}^3/\text{ч}$
Теплый период							
28,5	41,16	9,98	26	50	26	4,011	26,74
–	–	–	28	–	26	3,432	13,8
–	–	–	28	–	28	4,38	38,81
–	–	–	30	–	28	3,734	24,76
–	–	–	30	–	30	5,041	58,27
Переходный период							
8	22,5	5,76	26	50	26	4,011	32,25
–	–	–	28	–	26	3,432	23,18
–	–	–	28	–	28	4,38	30,44
–	–	–	30	–	28	3,734	21,41
–	–	–	30	–	30	5,041	30,04
Холодный период							
–28	75,69	0,29	26	50	26	4,011	18,24
–	–	–	28	–	26	3,432	14,11
–	–	–	28	–	28	4,38	18,32
–	–	–	30	–	28	3,734	13,88
–	–	–	30	–	30	5,041	19,24

■ Значения интенсивности испарения на основании формулы стандарта VDI 2089

табл. 3

Температура воды, °С	Интенсивность испарения с поверхности бассейна [г/м²] при температуре воздуха [°С]													
	24		25		26		27		28		29		30	
	и относительной влажности [%]													
	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60
22	204	182	197	174	190	165	182	156	–	–	–	–	–	–
23	217	194	209	187	203	178	194	169	187	158	–	–	–	–
24	230	108	223	200	216	191	208	182	118	172	192	162	–	–
25	–	–	235	213	229	204	221	195	213	185	205	175	196	16
26	–	–	–	–	244	219	236	210	228	200	220	190	211	179
27	–	–	–	–	–	–	250	223	243	215	235	205	226	194
28	–	–	–	–	–	–	–	–	259	230	250	221	241	209
29	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	268	238	259	227
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	277	244

Приточные и вытяжные системы могут быть раздельными или совмещенными, с рекуперацией или без нее, с блоком кондиционирования или без него.

Опыт проектирования и эксплуатации бассейнов, созданных по программе правительства Москвы от 27.10.1998 г., показал, что обеспечить микроклимат любой из этих схем можно при условии правильного подбора вентиляционного оборудования.

На выбор схемы в значительной степени влияет ее стоимость. При использовании раздельных приточных и вытяжных блоков без рекуперации и кондиционирования возможно применение более дешевого оборудования. Меньший набор агрегатов, задействованных в процессе вентиляции, в общем случае повышает надежность работы систем и простоту обслуживания. Но при этом регулировка систем, их увязка, переход на различные режимы осуществляются с помощью специально разработанного программного обеспечения или требуют хорошо подготовленного эксплуатационного аппарата. Также такие упрощенные системы не позволяют рационально использовать тепловую энергию.

Схема с рекуперацией тепла, тем более с кондиционированием, требует применения более дорогого оборудования, сложной автоматики и разветвленной системы воздухопроводов, но позволяет экономить тепловую энергию и с большей надежностью регулировать климатические параметры в рабочей зоне. При этом раздельные системы не представляют интереса, так как реализуют стандартные решения в любой вентиляционной системе.

Оборудование для систем вентиляции бассейна

Не претендуя на полноту обзора оборудования, представим некоторые их образцы. При использовании раздельных приточных и вытяжных установок применяются, например, установки фирм «ВЕЗА», Clima и аналогичные, укомплектованные стандартными технологическими блоками (вентилятор, фильтр, глушитель и пр.). Комплексное решение по оборудованию для вентиляции бассейнов предлагается несколькими фирмами, представленными на нашем рынке (информация дается по соответствующим каталогам).

1. Фирма **Dantherm** (Дания) и ее агрегаты линии DanX — блочная структура агрегатов DanX позволяет создавать

установки, со следующими секциями: пластинчатый теплообменник с байпасом или ротационный теплообменник (по выбору); реверсивный тепловой насос типа «воздух–воздух»; дополнительный охладитель (второй компрессорный блок); двухскоростной вентилятор с частотным регулированием; смеситель (для рециркуляции); приточные и вытяжные фильтры; калори́фер (электрический или водяной); электронная панель управления, обеспечивающая возможность подключения к автоматизированной системе.

При комфортном кондиционировании и использовании оборудования в плавательных бассейнах рекомендуется предусматривать тепловой насос для повышения температуры приточного воздуха до температуры вытяжного воздуха или выше. Возможна установка вентиляторов на одной или разных сторонах теплообменника, а также фильтров различных классов, датчиков перепада давления на фильтрах и др.

В основу всей системы положен теплообменник из анодированного алюминия с дополнительным эпоксидным покрытием, позволяющий экономить до 75 % энергии. В случае использования вентиляционной системы в агрессивной среде плавательного бассейна или в промышленном производстве специальное покрытие наносится и на другие компоненты.

Главное преимущество агрегатов DanX (данные компании) — возможность оснащения теплообменника тепловым насосом, который не только обеспечивает максимальное энергосбережение в зимний период и эффективное охлаждение воздуха летом, но и осушать воздух в плавательных бассейнах. Тепловой насос представляет собой холодильную машину с испарителем на стороне вытяжки и конденсатором на стороне притока. Зимой тепловой насос подогревает приточный воздух до требуемой температуры, перекачивая тепло из вытяжного воздуха в приточный, летом по команде автоматики конденсатор и испаритель меняются ролями и, в дополнение к теплообменнику, охлаждают и осушают приточный воздух.

2. Фирма **Frivent** (Австрия) — установки для вентиляции общественных бассейнов AquaVent DPH-WP. AquaVent DPH-WP — вентиляционные установки с трехступенчатой утилизацией тепла, со встроенной реверсивной холодильной машиной и конденсацией влаги

в испарителе. Возможны следующие режимы работы:

□ Нормальный с осушением — установка работает в режиме притока, вытяжки и рециркуляции воздуха. Скорость вентиляторов максимальная. Вытяжной воздух предварительно охлаждается в теплоутилизаторе, затем осушается и смешивается с наружным в приточной камере. Выделенное тепло можно использовать для нагрева воды в бассейне.

□ Переходный и летний с осушением или без него — при перегреве воздуха в бассейне и при высокой температуре внешнего воздуха компрессор теплового насоса отключается и установка просто вентилирует бассейн. Скорость вентиляторов регулируется автоматически.

□ Дежурный с осушением — установка работает в режиме рециркуляции воздуха, осушение — как в нормальном режиме. Скорость вентиляторов регулируется автоматически.

□ Дежурный без осушения, или режим быстрого прогрева — установка работает в режиме рециркуляции, компрессор не работает. Скорость вентиляторов минимальная (или максимальная — в режиме быстрого осушения). Водяной калори́фер поддерживает заданную температуру воздуха.

□ Аварийное осушение при неисправности компрессора — расход внешнего воздуха увеличивается до 100 % в соответствии с потребностями осушения. Водяной калори́фер поддерживает заданную температуру воздуха. ■

1. СанПиН 2.1.2.1188–03. Проектирование, строительство и эксплуатация жилых зданий, предприятий коммунально-бытового обслуживания, учреждений образования, культуры, отдыха, спорта. Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества.
2. СНиП 2.08.02–89* «Общественные здания и сооружения».
3. СНиП 2.04.05–91* «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
4. Пособие к СНиП 02.08.02–89 по проектированию плавательных бассейнов.
5. СП 31-113–2004 «Бассейны для плавания».
6. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. — М.: Евроклимат, 2000.
7. Кедров В.С. Плавательные бассейны / В.С. Кедров, Ю.В. Кедров, В.А. Чухин. — М.: Стройиздат, 2002.
8. Антонов П.П. Методика расчета и проектирования систем обеспечения микроклимата в помещениях плавательных бассейнов // «Мир климата», спецвыпуск «Проектировщику».
9. Антонов П.П. Обеспечение микроклимата в помещениях плавательных бассейнов. Теория и практика (от мини-бассейнов к аквапаркам // «Мир климата», спецвыпуск «Проектировщику».
10. Вентиляция бассейнов. Пример расчета (из книги компании Thermosool «Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке») // «Мир климата», №24–25/2005.

Климатические системы: воздухообмен в помещении

В климатизации зданий одним из важных параметров является воздухообмен в помещении. Данный параметр обозначается символом L и имеет размерность $[м^3/ч]$. Давайте попробуем установить физический смысл данного параметра, поскольку он гораздо глубже, чем обеспечение помещения кислородом и удаление из него углекислого газа.

Л.Л. ГОШКА, коммерческий директор ООО «Кола»

Рассмотрим пример, когда в ночь на 27 августа 2009 г. в Косино-Ухтомском районе (г. Москва) было отмечено превышение ПДК по сероводороду в пять раз [1]. Пусть ПДК по сероводороду равняется $C_{ПДК}$, тогда превышение по сероводороду в атмосферном воздухе будет $C_{атм} = 5C_{ПДК}$.

И пусть житель данного района, назовем его, например, М., спал с открытым окном. Тогда можно ожидать, что к утру в помещении гражданина М. концентрация сероводорода в воздухе будет также $C_{атм} = 5C_{ПДК}$.

Пусть площадь комнаты $S = 18 м^2$, высота потолков $h = 3 м$, тогда весь объем комнаты составит $V = 18 \times 3 = 54 м^3$. Пусть в помещении есть система вентиляции с естественным побуждением.

В помещении установлены герметичные стеклопакеты. Уходя утром на работу, гражданин М. закрыл окно. При закрытом окне (стеклопакете) система вентиляции с естественным побуждением практически не работает, следовательно, возвратившись вечером домой, он может иметь в своей комнате концентрацию сероводорода $C_{пом} = 5C_{ПДК}$. Для того, чтобы привести воздух в помещении до уровня ПДК, помещение необходимо проветрить, т.е. привести к значению $C_{пом} = C_{ПДК}$. Пусть в помещении естественная вентиляция обеспечивает расход наружного воздуха $L = 20 м^3/ч$.

Нас будет интересовать следующий вопрос: сколько атмосферного воздуха $V_{нар}$ потребуется гражданину М. для проветривания своего помещения?

Для ответа на вопрос воспользуемся руководством Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [2], следующие разделы:

6.4.1.2. Оценка воздействующих концентраций включает определение концентраций химических веществ, воздействующих на человека в течение периода экспозиции.

6.1.2. Экспозиция (воздействие) — контакт организма (рецептора) с химическим, физическим или биологическим агентом. Величина экспозиции определяется как измеренное или рассчитанное количество агента в конкретном объекте окружающей среды, находящееся в соприкосновении с т.н. пограничными органами человека (легкие, пищеварительный тракт, кожа) в течение какого-либо точно установленного времени. Экспозиция может быть выражена как общее количество вещества в окружающей среде (в единицах массы, например, мг), или как величина воздействия — масса вещества, отнесенная к единице времени (например, мг/день), или как величина воздействия, нормализованная с учетом массы тела $[мг/(кг \cdot день)]$.

6.1.7. Полный сценарий экспозиции, отражающий воздействие на население в реальных условиях, включает оценку поступления химических веществ в организм человека одновременно из разных сред (атмосферный воздух, питьевая вода, вода поверхностного водоема, почва, продукты питания) различными путями (пероральный, ингаляционный, кожный). Такой тип экспозиции характеризуется как многосредовое и комплексное воздействие.

6.4.1.3. Концентрация — это содержание конкретного загрязнителя в конкретной среде (например, воздушной) на единицу ее объема (например, $мг/м^3$) в определенный промежуток времени. Все замеры концентраций прямо или косвенно связаны с временным интервалом. Даже так называемые приборы непрерывного действия имеют предельное, порой весьма короткое время отклика, и поэтому их показания отражают среднее (или приближенное к среднему) значение фактических концентраций в течение ограниченного времени.

6.4.6.1. Экспозиция характеризует контакт организма с химическим агентом. Если экспозиция имеет место в течение определенного периода времени, то общая экспозиция должна быть разделена



на тот временной интервал, который интересует исследователя. Полученная таким образом величина представляет собой среднюю величину экспозиции на единицу времени.

7.4.12. При ингаляционном поступлении, если только это не диктуется специальными задачами исследования, нет необходимости рассчитывать дозу воздействия и расчет коэффициента опасности осуществляется по формуле:

$$HQ_i = \frac{C_i}{RfC},$$

где HQ_i — коэффициент опасности воздействия i -го вещества; C_i — уровень воздействия вещества i , мг/м³; RfC — безопасный уровень воздействия, мг/м³.

7.4.13. Если рассчитанный коэффициент опасности HQ вещества не превышает единицу, то вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни незначительна, и воздействие характеризуется как допустимое.

7.4.14. Если коэффициент опасности превышает единицу, то вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает пропорционально увеличению HQ , однако точно указать величину этой вероятности невозможно.

Теперь вернемся к условиям нашей задачи:

- объем помещения $V_{\text{пом}} = 54 \text{ м}^3$;
- режим работы системы вентиляции: форточка открыта — работает, форточка закрыта — не работает, окно герметичное, следовательно, естественная вентиляция функционирует только при открытой форточке;
- расход наружного воздуха $L = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- концентрация сероводорода в помещении в начальный момент времени (перед открытием форточки) составляет $C_{\text{пом}} = 5C_{\text{ПДК}}$;
- в помещении источника загрязнения сероводородом нет, т.к. загрязнение произошло за счет атмосферного воздуха;
- в начальный момент времени t_0 (перед открытием форточки) атмосферный воздух уже не содержит сероводорода: $C_{\text{атм}} = 0$.

Вопрос: сколько наружного воздуха $V_{\text{нар}}$ потребуется гражданину для того, чтобы в помещении концентрация сероводорода составила $C_{\text{пом}} = C_{\text{ПДК}}$?

В основе воздухообмена заложен принцип разбавления (снижения концентрации) различных химических соединений, содержащихся в воздухе помещения, и обеспечение воздуха в помещении кислородом за счет атмо-

сферного воздуха. Необходимые нам количественные соотношения, устанавливающиеся при разбавлении растворов водой, смешении растворов, газов или твердых материалов различных концентраций, можно найти на основании материального баланса.

Для случая смешения двух растворов одного вещества этот баланс представляется в виде следующего уравнения:

$$CV = C_a V_a + C_b V_b,$$

где V — объем смешанного раствора с концентрацией C ; V_a и V_b — объемы растворов, которые смешиваются и имеют концентрации C_a и C_b .

Из уравнения материального баланса определяется любая из искомых величин, если заданы остальные. Например:

$$\begin{aligned} V &= V_a + V_b, \\ C(V_a + V_b) &= C_a V_a + C_b V_b, \\ C &= \frac{C_a V_a + C_b V_b}{V_a + V_b}. \end{aligned}$$

В нашем случае:

$$\begin{aligned} C_a &= C_{\text{пом}} = 5C_{\text{ПДК}}, C_b = C_{\text{атм}} = 0, \\ V_a &= V_{\text{пом}} = 54 \text{ м}^3, \\ V_b &= V_{\text{нар}}, C = C_{\text{ПДК}}. \end{aligned}$$

Таким образом, для нашей задачи мы получаем:

$$C = \frac{C_{\text{пом}} V_{\text{пом}}}{V_{\text{пом}} + V_{\text{нар}}}.$$

Но в отличие от традиционного разбавления, когда объем V после смешивания равен $V = V_a + V_b$, у нас объем помещения фиксирован и имеет значение $V_{\text{пом}} = 54 \text{ м}^3$, т.е. $V_{\text{пом}} = V = V_a$. Поэтому мы будем разбавлять воздух в помещении небольшими порциями. Для этого требуется, чтобы выполнялось условие:

$$V_{\text{пом}} \gg \Delta V_{\text{нар}}.$$

Пусть объем поступающего с улицы воздуха $\Delta V_{\text{нар}}$, м³:

$$\Delta V_{\text{нар}} = \frac{V_{\text{нар}}}{60} = 0,33.$$

Тогда:

$$\begin{aligned} C_1 &= \frac{C_{\text{пом}} V_{\text{пом}}}{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}, \\ C_2 &= \frac{C_1 V_{\text{пом}}}{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}, \\ C_3 &= \frac{C_2 V_{\text{пом}}}{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}, \\ &\dots \end{aligned}$$

$$C_{n-1} = \frac{C_{n-2} V_{\text{пом}}}{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}},$$

$$C_{\text{ПДК}} = C_n = \frac{C_{n-1} V_{\text{пом}}}{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}.$$

Учитывая, что: $C_{\text{пом}} = \kappa C_{\text{ПДК}}$, $\kappa_0 = 5$, наше выражение примет вид:

$$\begin{aligned} \frac{C_1}{C_{\text{ПДК}}} &= \frac{\kappa_0 V_{\text{пом}}}{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}, \\ \frac{C_2}{C_{\text{ПДК}}} &= \frac{\kappa_1 V_{\text{пом}}}{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}, \\ \frac{C_3}{C_{\text{ПДК}}} &= \frac{\kappa_2 V_{\text{пом}}}{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}, \\ &\dots \\ \frac{C_{n-1}}{C_{\text{ПДК}}} &= \frac{\kappa_{n-2} V_{\text{пом}}}{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}, \\ \frac{C_n}{C_{\text{ПДК}}} &= \frac{\kappa_{n-1} V_{\text{пом}}}{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}. \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} \kappa_1 &= \frac{C_1}{C_{\text{ПДК}}}, \kappa_2 = \frac{C_2}{C_{\text{ПДК}}}, \\ &\dots \\ \kappa_{n-1} &= \frac{C_{n-1}}{C_{\text{ПДК}}}, \kappa_n = \frac{C_n}{C_{\text{ПДК}}}. \end{aligned}$$

Другими словами, для того, чтобы определить какой объем атмосферного воздуха $\Delta V_{\text{нар}}$, нам необходимо подать в помещение, в котором требуется понизить концентрацию сероводорода с уровня $C_{\text{пом}} = 5C_{\text{ПДК}}$ до уровня $C_{\text{пом}} = C_{\text{ПДК}}$, мы на первом шаге в помещение объемом $V_{\text{пом}} = 54 \text{ м}^3$ подаем наружный воздух объемом $\Delta V_{\text{нар}} = 0,33 \text{ м}^3$. При этом предполагаем, что перемешивание в объеме помещения происходит тщательно по всему объему помещения и практически моментально. Далее из помещения в атмосферу удаляем аналогичный объем воздуха $V = 0,33 \text{ м}^3$, тем самым показывая, что объем помещения у нас всегда постоянный. После первого шага концентрация сероводорода в помещении станет равной C_1 или $C_1 < C_{\text{пом}}$. Данную процедуру мы будем продвигать n раз, пока концентрация сероводорода в помещении не достигнет уровня ПДК, т.е. уровня $C_n = C_{\text{ПДК}}$.

В соответствии с Р 2.1.10.1920-04:

$$HQ_{i,n} = \frac{C_{i,n}}{C_{\text{ПДК}}}, \kappa_{i,n} = \frac{C_{i,n}}{C_{\text{ПДК}}} = HQ_{0,n}.$$

Таким образом, мы получаем, что пошаговый коэффициент опасности воздействия сероводорода, содержащегося в воздухе помещения, имеет вид:

$$HQ_{i,n} = \frac{HQ_{0,n} V}{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}. \quad (1)$$

Результаты расчетов приведены в табл. 1 и на рис. 1. Решением данного уравнения является выражение:

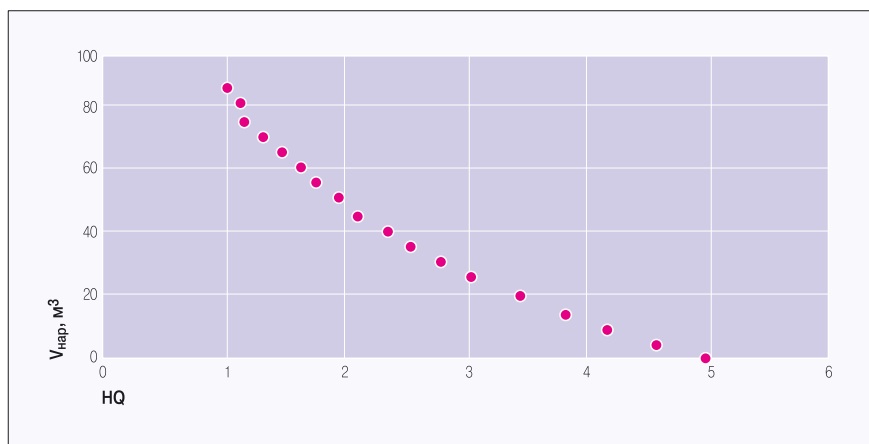
$$HQ_n = \frac{HQ_0}{\left(\frac{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}{V_{\text{пом}}} \right)^n}, \quad (2)$$

где i изменяется в интервале $[1, n]$.

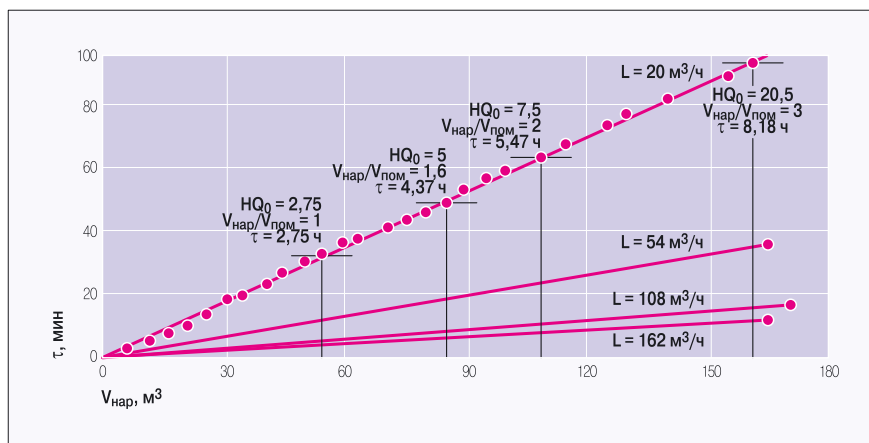
■ Начальные данные: $V_{\text{пом}} = 54 \text{ м}^3$, $\Delta V_{\text{нар}} = 0,33 \text{ м}^3$, $HQ_0 = 5$, $HQ_n = 1$, $HQ_{0,\text{атм}} = 0$

табл. 1

№	$V_{\text{пом}}, \text{м}^3$	$\Delta V_{\text{нар}}, \text{м}^3$	$V = V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}, \text{м}^3$	$V_{\text{нар}}, \text{м}^3$	HQ_0	Расчет по (2)	Шагов, n	$t = n/60, \text{ч}$
1	54	0,00	54,00	0,00	5,0000	5,0000	0	0,00
15	54	0,33	54,33	4,95	4,5873	4,5912	14	0,23
30	54	0,33	54,33	9,90	4,1829	4,1902	29	0,48
45	54	0,33	54,33	14,85	3,8141	3,8242	44	0,73
60	54	0,33	54,33	19,80	3,4778	3,4903	59	0,98
76	54	0,33	54,33	25,08	3,1517	3,1661	75	1,25
91	54	0,33	54,33	30,03	2,8738	2,8896	90	1,50
106	54	0,33	54,33	34,98	2,6205	2,6372	105	1,75
121	54	0,33	54,33	39,93	2,3894	2,4069	120	2,00
136	54	0,33	54,33	44,88	2,1787	2,1967	135	2,25
152	54	0,33	54,33	50,16	1,9745	1,9927	151	2,52
167	54	0,33	54,33	55,11	1,8004	1,8187	166	2,77
182	54	0,33	54,33	60,06	1,6416	1,6598	181	3,02
197	54	0,33	54,33	65,01	1,4969	1,5149	196	3,27
212	54	0,33	54,33	69,96	1,3649	1,3825	211	3,52
227	54	0,33	54,33	74,91	1,2446	1,2618	226	3,77
242	54	0,33	54,33	79,86	1,1349	1,1516	241	4,02
258	54	0,33	54,33	85,14	1,0284	1,0446	257	4,28
263	54	0,33	54,33	86,79	0,9973	1,0133	262	4,37



■ Рис. 1. Поминутный график зависимости изменения объема атмосферного воздуха, необходимого для разбавления концентрации сероводорода в помещении со значения коэффициента HQ (от значения $HQ_0 = 5$ до значения $HQ_0 = 1$ при $V_{\text{пом}} = 54 \text{ м}^3$, $HQ_{0,\text{атм}} = 0$)



■ Рис. 2. Поминутный график зависимости изменения времени экспозиции от объема атмосферного воздуха для снижения значения коэффициента HQ до допустимого уровня $HQ_0 = 1$ (при различных значениях расхода наружного воздуха L при $V_{\text{пом}} = 54 \text{ м}^3$, $HQ_{0,\text{атм}} = 0$)

Наша задача заключается в том, чтобы разбавить концентрацию сероводорода в воздухе помещения до такого уровня, при котором коэффициент опасности воздействия сероводорода был бы равен единице, т.е. $HQ_i = 1$ при $i = n$. Тогда выражение (2) примет вид:

$$\left(\frac{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}{V_{\text{пом}}} \right)^n = HQ_0. \quad (3)$$

Прологарифмируем выражение:

$$n \lg \left(\frac{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}{V_{\text{пом}}} \right) = \lg HQ_0.$$

Из этого выражения находим n :

$$n = \frac{\lg HQ_0}{\lg \left(\frac{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}{V_{\text{пом}}} \right)}. \quad (4)$$

или в нашем случае:

$$n = \frac{\lg 5}{\lg \left(\frac{54 + 0,33}{54} \right)} = 264.$$

Сравним его с табличным значением (табл. 1). Табличное значение составляет $n = 262$. Два данных значения хорошо согласуются между собой.

Далее переформулируем нашу задачу: какой объем атмосферного воздуха $V_{\text{нар}} [\text{м}^3]$ потребуется подать гражданину М. в свое помещение объемом $V_{\text{пом}} = 54 \text{ м}^3$ для того, чтобы понизить коэффициент опасности воздействия сероводорода, в начальный момент времени $t_0 = 0$ составляющий $HQ_0 = 5$ до уровня $HQ = 1$ и сколько времени на это потребуется?

Тогда объем атмосферного воздуха $V_{\text{нар}}$, который нам необходимо подать в помещение, будет определяться как $V_{\text{нар}} = \sum \Delta V_{i,\text{нар}}$, где величина i изменяется в интервале $[1, n]$, или

$$V_{\text{нар}} = \Delta V_{\text{нар}} n. \quad (5)$$

Подставляя в (5) расчетные значения и получаем $V_{\text{нар}} [\text{м}^3]$:

$$V_{\text{нар}} = 0,33 \times 264 = 87,12.$$

Полученное расчетное значение объема воздуха сопоставляем с табличным значением (табл. 1), которое равно $V_{\text{нар.табл}} = 86,79 \text{ м}^3$. В выражение (5) подставляем n из (4):

$$V_{\text{нар}} = \frac{\Delta V_{\text{нар}} \lg HQ_0}{\lg \left(\frac{V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}}{V_{\text{пом}}} \right)}. \quad (6)$$

Следовательно, гражданину М. в свое помещение объемом $V_{\text{пом}} = 54 \text{ м}^3$ для понижения опасности воздействия сероводорода до уровня $HQ = 1$ потребуется подать атмосферного воздуха в объеме не менее $V_{\text{нар}} = 87 \text{ м}^3$.

Чтобы процедура разбавления была ограничена по времени, каждый шаг будем делать за одну минуту. Умножим и разделим n на время и подставим полученное выражение в (5). Тогда расход наружного воздуха [м³/мин.] будет

$$L_{\text{нар}} = \frac{\Delta V_{\text{нар}}}{t_{\text{конц}}}.$$

Величина $t_{\text{конц}} = n \times 1$ мин. — это время, которое необходимо для снижения значения коэффициента опасности воздействия сероводорода, содержащегося в воздухе помещения, на организм человека с уровня $HQ_0 = 5$ до уровня $HQ = 1$. Тогда: $V_{\text{нар}} = L_{\text{нар}} t_{\text{конц}}$.

Переведем время в часы, а расход наружного воздуха — в м³/ч. Тогда объем атмосферного воздуха $V_{\text{нар}}$, который

нам необходимо подать в помещение, можно будет определить как:

$$V_{\text{нар}} = Lt. \quad (7)$$

Из выражения (7) можно определить зависимость времени экспозиции t [ч] в зависимости от расхода наружного воздуха (рис. 2):

$$t = \frac{V_{\text{нар}}}{L}. \quad (8)$$

Подставляем в (8) расчетные значения $V_{\text{нар}} = 87,12$ м³ и $L = 20$ м³/ч и получаем, что $t = 4,36$ ч. Табличное значение (табл. 1) $t_{\text{табл}} = 4,37$ ч хорошо согласуется с расчетным значением. Подставляем в (8) выражение (6) и получаем:

$$t = \frac{\Delta V_{\text{нар}} \lg HQ_0}{\lg \left[\frac{(V_{\text{пом}} + \Delta V_{\text{нар}}) L}{V_{\text{пом}}} \right]}. \quad (9)$$

Итак, в отсутствии внутри помещения источника загрязнения, если, независимо от химического состава воздуха, известен самый высокий коэффициент опасности воздействия отдельно взятого вещества в воздухе помещения, обеспечить качество воздуха в помещении можно с течением времени при любом выбранном расходе наружного воздуха (рис. 3). А расход наружного воздуха, или воздухообмен, влияет только на время экспозиции (рис. 4 и 5). В свою очередь, время экспозиции влияет на вероятность возникновения вредных эффектов у человека. Вредные эффекты возрастают пропорционально увеличению HQ . Понижая расход наружного воздуха, проектировщик может увеличить количество вредных эффектов.

■ Начальные данные: $V_{\text{пом}} = 54$ м³, $\Delta V_{\text{нар}} = 0,33$ м³, $HQ_n = 1$, $HQ_{0,\text{атм}} = 0$

табл. 2

№	$V_{\text{нар}}, \text{м}^3$	HQ	Шагов, n	$t = n/60, \text{ч}$	$V_{\text{нар}}, \text{м}^3$	HQ	Шагов, n	$t = n/60, \text{ч}$	$V_{\text{нар}}, \text{м}^3$	HQ	Шагов, n	$t = n/60, \text{ч}$
1	0,00	20,50	0	0,00	—	—	—	—	—	—	—	—
17	5,28	18,58	16	0,27	—	—	—	—	—	—	—	—
32	10,23	16,94	31	0,52	—	—	—	—	—	—	—	—
47	15,18	15,45	46	0,77	—	—	—	—	—	—	—	—
62	20,13	14,08	61	1,02	—	—	—	—	—	—	—	—
77	25,08	12,84	76	1,27	—	—	—	—	—	—	—	—
92	30,03	11,71	91	1,52	—	—	—	—	—	—	—	—
108	35,31	10,61	107	1,78	—	—	—	—	—	—	—	—
123	40,26	9,68	122	2,03	—	—	—	—	—	—	—	—
138	45,21	8,82	137	2,28	—	—	—	—	—	—	—	—
153	50,16	8,05	152	2,53	—	—	—	—	—	—	—	—
168	56,11	7,34	167	2,78	0,00	7,50	0	0,00	—	—	—	—
183	60,06	6,69	182	3,03	5,28	6,80	16	0,27	—	—	—	—
198	65,01	6,10	197	3,28	10,23	6,20	31	0,52	—	—	—	—
214	70,29	5,53	213	3,55	15,18	5,65	46	0,77	—	—	—	—
229	75,24	5,04	228	3,80	20,13	5,15	61	1,02	—	—	—	—
244	80,19	4,60	243	4,05	25,08	4,70	76	1,27	—	—	—	—
259	85,14	4,19	258	4,30	30,03	4,28	91	1,52	—	—	—	—
274	90,09	3,82	273	4,55	35,31	3,88	107	1,78	—	—	—	—
289	95,04	3,48	288	4,80	40,26	3,54	122	2,03	—	—	—	—
305	100,32	3,16	304	5,07	45,21	3,23	137	2,28	—	—	—	—
320	105,27	2,88	319	5,32	50,16	2,94	152	2,53	—	—	—	—
335	110,22	2,63	334	5,57	56,11	2,68	167	2,78	0,00	2,75	0	0,00
350	115,17	2,39	349	5,82	60,06	2,45	182	3,03	5,28	2,49	16	0,27
365	120,12	2,18	364	6,07	65,01	2,23	197	3,28	10,23	2,27	31	0,52
380	125,07	1,99	379	6,32	70,29	2,02	213	3,55	15,18	2,07	46	0,77
395	130,02	1,81	394	6,57	75,24	1,84	228	3,80	20,13	1,89	61	1,02
411	135,30	1,65	410	6,83	80,19	1,68	243	4,05	25,08	1,72	76	1,27
426	140,25	1,50	425	7,08	85,14	1,53	258	4,30	30,03	1,57	91	1,52
441	145,20	1,37	440	7,33	90,09	1,40	273	4,55	35,31	1,42	107	1,78
456	150,15	1,25	455	7,58	95,04	1,27	288	4,80	40,26	1,30	122	2,03
471	155,10	1,14	470	7,83	100,3	1,15	304	5,07	45,21	1,18	137	2,28
486	160,05	1,04	485	8,08	105,3	1,05	319	5,32	50,16	1,07	152	2,53
492	162,03	1,00	491	8,18	108,2	1,00	328	5,47	54,45	1,00	165	2,75

Другими словами, проектировщик, определяя воздухообмен в помещении, может управлять рисками отрицательного воздействия воздуха в помещении на организм конечного пользователя климатических систем, варьируя через расход наружного воздуха время экспозиции (рис. 5 и 6). Для того, чтобы в дальнейшем не повышать погрешность вычислений, будем различать:

1. Кратность смены воздуха в помещении как отношение объема атмосферного воздуха, поступившего в помещение, к объему самого помещения, т.е.:

$$\kappa_{\text{см}} = \frac{V_{\text{нар}}}{V_{\text{пом}}}.$$

2. Кратность воздухообмена как отношения расхода наружного воздуха [м³/ч] к объему помещения, т.е.:

$$\kappa = \frac{L}{V_{\text{пом}}}.$$

Правую и левую часть выражения (7) разделим на $V_{\text{пом}}$, тогда:

$$\kappa_{\text{см}} = \frac{Lt}{V_{\text{пом}}}, t = \frac{V_{\text{пом}}}{L\kappa_{\text{см}}} = \frac{\kappa_{\text{см}}}{\kappa}.$$

При объеме помещения $V_{\text{пом}} = 54 \text{ м}^3$ и расходе наружного воздуха $L = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$ расчетное значение коэффициента опасности воздействия вещества $HQ = 1$ будет обеспечено:

- при однократной смене воздуха в помещении — через $t = 2,7 \text{ ч}$ ($t_{\text{табл}} = 2,75 \text{ ч}$, табл. 2);
- при двукратной смене воздуха в помещении — через $t = 5,4 \text{ ч}$ ($t_{\text{табл}} = 5,47 \text{ ч}$);
- при трехкратной смене воздуха в помещении через $t = 8,1 \text{ ч}$ ($t_{\text{табл}} = 8,18 \text{ ч}$).

При значении расхода наружного воздуха $L = 54 \text{ м}^3/\text{ч}$ и объеме помещения $V_{\text{пом}} = 54 \text{ м}^3$, т.е. при однократном воздухообмене и однократной смене воздуха в помещении время экспозиции t [ч] равно одному часу:

$$t = \frac{\kappa_{\text{см}}}{\kappa} = 1.$$

Определим, с какого начального коэффициента опасности воздействия вещества HQ_0 используемый однократный воздухообмен в помещении $\kappa = 1$ или $L = 54 \text{ м}^3/\text{ч}$ может привести к допустимому воздействию химических веществ на организм человека, т.е. к $HQ = 1$.

Мы получили, что при однократном воздухообмене и однократной смене воздуха в помещении время экспозиции равно $t = 1 \text{ ч}$, т.е. в данном случае

■ Начальные данные: $V_{\text{пом}} = 54 \text{ м}^3$, $HQ_0 = 20,5$, $HQ_n = 1$, $HQ_{0,\text{атм}} = 0$

табл. 3

№	$V_{\text{пом}}, \text{м}^3$	$\Delta V_{\text{нар}}, \text{м}^3$	HQ	$V_{\text{нар}}, \text{м}^3$	$\Delta V_{\text{нар}}, \text{м}^3$	HQ	$V_{\text{нар}}, \text{м}^3$	$\Delta V_{\text{нар}}, \text{м}^3$	HQ	$V_{\text{нар}}, \text{м}^3$	Шагов, n	$t = n/60, \text{ч}$
1	54	0,0	20,50	0,00	0,0	20,50	0,00	0,0	20,50	0,00	0	0,00
7	54	0,9	18,56	5,40	1,8	16,84	10,80	2,7	15,30	16,20	6	0,10
13	54	0,9	16,81	10,80	1,8	13,83	21,60	2,7	11,42	32,40	12	0,20
18	54	0,9	15,48	15,30	1,8	11,74	30,60	2,7	8,94	45,90	17	0,28
24	54	0,9	14,02	20,70	1,8	9,64	41,40	2,7	6,67	62,10	23	0,38
29	54	0,9	12,90	25,20	1,8	8,19	50,40	2,7	5,23	75,60	28	0,47
35	54	0,9	11,69	30,60	1,8	6,72	61,20	2,7	3,90	91,80	34	0,57
40	54	0,9	10,76	35,10	1,8	5,71	70,20	2,7	3,06	105,30	39	0,65
46	54	0,9	9,74	40,50	1,8	4,69	81,00	2,7	2,28	121,50	45	0,75
51	54	0,9	8,97	45,00	1,8	3,98	90,00	2,7	1,79	135,00	50	0,83
57	54	0,9	8,12	50,40	1,8	3,27	100,80	2,7	1,33	151,20	56	0,93
63	54	0,9	7,36	55,80	1,8	2,68	111,60	2,7	1,00	167,40	62	1,03
68	54	0,9	6,77	60,30	1,8	2,28	120,60	—	—	—	67	1,12
74	54	0,9	6,13	65,70	1,8	1,87	131,40	—	—	—	73	1,22
79	54	0,9	5,65	70,20	1,8	1,59	140,40	—	—	—	78	1,30
85	54	0,9	5,11	75,60	1,8	1,30	151,20	—	—	—	84	1,40
90	54	0,9	4,71	80,10	1,8	1,11	160,20	—	—	—	89	1,48
96	54	0,9	4,26	85,50	1,8	0,91	171,00	—	—	—	95	1,58
101	54	0,9	3,93	90,00	—	—	—	—	—	—	100	1,67
107	54	0,9	3,55	95,40	—	—	—	—	—	—	106	1,77
113	54	0,9	3,22	100,80	—	—	—	—	—	—	112	1,87
118	54	0,9	2,96	105,30	—	—	—	—	—	—	117	1,95
124	54	0,9	2,68	110,70	—	—	—	—	—	—	123	2,05
129	54	0,9	2,47	115,20	—	—	—	—	—	—	128	2,13
135	54	0,9	2,24	120,60	—	—	—	—	—	—	134	2,23
140	54	0,9	2,06	125,10	—	—	—	—	—	—	139	2,32
146	54	0,9	1,87	130,50	—	—	—	—	—	—	145	2,42
151	54	0,9	1,72	135,00	—	—	—	—	—	—	150	2,50
157	54	0,9	1,56	140,40	—	—	—	—	—	—	156	2,60
163	54	0,9	1,41	145,80	—	—	—	—	—	—	162	2,70
168	54	0,9	1,30	150,30	—	—	—	—	—	—	167	2,78
174	54	0,9	1,17	155,70	—	—	—	—	—	—	173	2,88
179	54	0,9	1,08	160,20	—	—	—	—	—	—	178	2,97
184	54	0,9	1,00	164,70	—	—	—	—	—	—	183	3,05

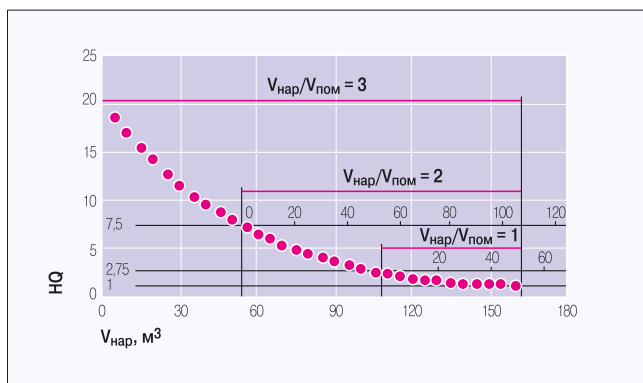


Рис. 3. Поминутный график зависимости изменения коэффициента опасности воздействия вещества от объема атмосферного воздуха, который необходимо подать в помещение для снижения значения коэффициента HQ , на организм человека до допустимого уровня $HQ_0 = 1$ (при $V_{пом} = 54$ м³, $HQ_{0.атм} = 0$, $V_{нар} = 0,33$ м³/мин., 20 м³/ч)

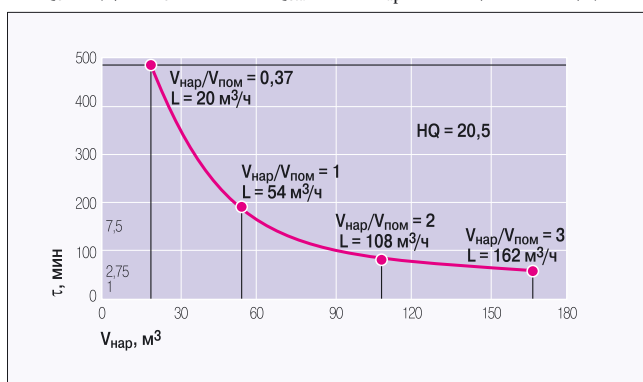


Рис. 5. Поминутный график зависимости изменения времени экспозиции от объема атмосферного воздуха, который необходимо подать в помещение для снижения значения коэффициента HQ на организм человека до допустимого уровня $HQ_0 = 1$ при различных значениях расхода наружного воздуха L ($HQ_0 = 20,5$, $V_{пом} = 54$ м³, $HQ_{0.атм} = 0$)

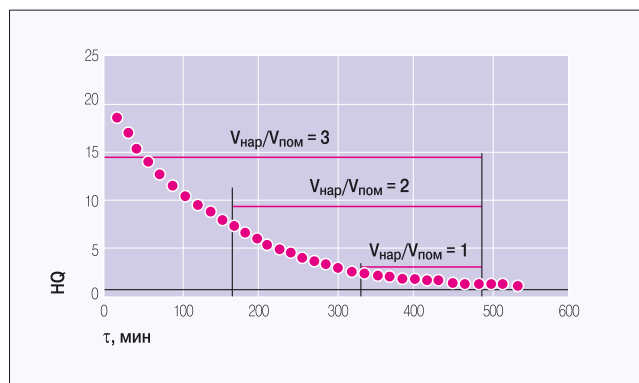


Рис. 4. Поминутный график зависимости изменения времени экспозиции при изменении коэффициента HQ (при $V_{пом} = 54$ м³, $HQ_{0.атм} = 0$, $V_{нар} = 0,33$ м³/мин., 20 м³/ч)

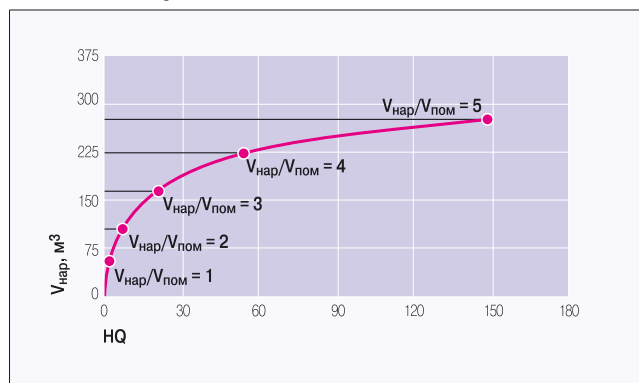


Рис. 6. Поминутный график зависимости изменения объема атмосферного воздуха (кратности смены воздуха в помещении) для снижения значения коэффициента HQ , на организм человека до допустимого уровня $HQ_0 = 1$ от кратности воздухообмена (объема атмосферного воздуха) для разбавления концентрации химического соединения, содержащегося в воздухе помещения, до уровня ПДК при изменении коэффициента опасности воздействия вещества

$n = 60$ шагов. Очевидно, что на 60-м шаге $HQ = 1$, а $i = n$. Тогда выражение (2) принимает вид:

$$HQ_0 = \left(\frac{V_{пом} + \Delta V_{нар}}{V_{пом}} \right)^n.$$

Учитывая, что:

$$\Delta V_{нар} = \frac{V_{нар}}{n}, \quad HQ_0 = \left(\frac{1 + V_{нар}}{n V_{пом}} \right)^n,$$

$$\kappa_{см} = \frac{V_{нар}}{V_{пом}},$$

получаем:

$$HQ_0 = \left(1 + \frac{\kappa_{см}}{n} \right)^n.$$

Таким образом, при однократном воздухообмене, равном однократной смене воздуха в помещении ($\kappa_{см} = 1$, $n = 1$) получаем, что $HQ_0 = 2,7$.

Итак, при однократном воздухообмене, равном однократной смене воздуха в помещении, от начального коэффициента опасности воздействия вещества, равного $HQ_0 = 2,7$ ($HQ_{0.табл} = 2,75$, табл. 2) можно прийти к допустимому значению $HQ = 1$ за один час.

При достижении двукратной смены воздуха в помещении и однократном воздухообмене время экспозиции t составит два часа: $t = 2$, т.е. $n = 120$ шагов. Тогда коэффициент опасности воздействия вещества будет равен:

$$HQ_0 = 7,3, \quad HQ_{0.табл} = 7,5.$$

В случае, если в помещении происходит трехкратная смена воздуха: $t = 3$, $HQ_0 = 19,6$, $HQ_{0.табл} = 20,5$.

При четырехкратной смене воздуха в помещении: $t = 4$, $HQ_0 = 52,8$.

При пятикратной смене воздуха в помещении: $t = 5$, $HQ_0 = 142,4$.

Например, при объеме помещения $V_{пом} = 54$ м³ и начальном коэффициенте $HQ_0 = 20,5$, для которого требуется трехкратная смена воздуха в помещении (табл. 3):

□ при однократном воздухообмене, равном $L = 54$ м³/ч, коэффициент опасности HQ будет равен $HQ = 1$ через t [ч]: $t = 3$, $t_{табл} = 3,05$;

□ при двукратном воздухообмене, равном $L = 108$ м³/ч, коэффициент опасности HQ будет равен $HQ = 1$ через t [ч]: $t = 1,5$, $t_{табл} = 1,58$;

□ при трехкратном воздухообмене, равном $L = 162$ м³/ч коэффициент опасности воздействия вещества HQ будет равен $HQ = 1$ через t [ч]:

$$t = 1, \quad t_{табл} = 1,03 \text{ ч.}$$

Вывод

Возможно, что одной из причин, которая приводит к т.н. «синдрому больного здания», являются химические соединения, находящиеся в воздухе помещения, в особо малых концентрациях, т.е. при концентрациях в воздухе помещения, близких к нулю, коэффициент опасности воздействия вещества уже может достигать значений $HQ = 1$, а при высокой скорости их выделения в воздух помещения они способны повышать коэффициент опасности воздействия вещества в десятки и сотни раз. ■

1. «Москвичи пережили самую грязную ночь лета» // www.gzt.ru/topnews/weather/256917.html
2. Р 2.1.10.1920–04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. — М.: ФС по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2004.

Необходимость осушения воздуха и оценка профицита влаги

Вода на нашей планете играет огромную роль и окружает нас повсюду, в т.ч. в газовой фазе (водяной пар) она присутствует в атмосферном воздухе, поэтому он всегда является влажным. Воздушная влага оказывает воздействие на все, с чем контактирует воздух, а воздух, как известно, находится почти везде — от земных глубин до самых верхних слоев атмосферы. Вследствие этого отклонение значений влажности воздуха от оптимальных значений пагубно сказывается на всем: на качестве жизни и здоровья флоры и фауны (в т.ч. людей), на состоянии материальных субъектов (материалов, предметов, зданий, оборудования) и на процессах, происходящих как в природе, так и в промышленности.

Е.П. ВИШНЕВСКИЙ, к.т.н., технический директор, Г.В. ЧЕПУРИН, к.т.н., инженер, Отдел исследований и развития, United Elements Group (Санкт-Петербург)

В более ранней нашей публикации была рассмотрена проблема дефицита влаги и необходимость увлажнения воздуха [1]. В настоящей статье рассматривается проблема профицита (т.е. избытка) влаги и необходимость осушения воздуха. Избыточная влажность воздуха приводит к ухудшению самочувствия и заболеваниям людей, к увеличению затрат на производство, эксплуатацию, обслуживание и ремонт, к уменьшению долговечности, к увеличению энергозатрат и, как следствие, к негативному воздействию на окружающую среду.

Подавляющее большинство неорганических и органических материалов, веществ и компонентов обладает той или иной степенью гигроскопичности, т.е. имеют свойство поглощать (сорбировать) водяные пары из воздуха. Для всех пористых материалов существует определенная зависимость между количеством поглощенной ими влаги (так называемой гигроскопической влажностью) и относительной влажностью окружающего воздуха. Максимальная гигроскопическая влажность материалов соответствует максимальной 100 %-й влажности воздуха. Нежелательное повышение гигроскопической влажности материалов привести к:

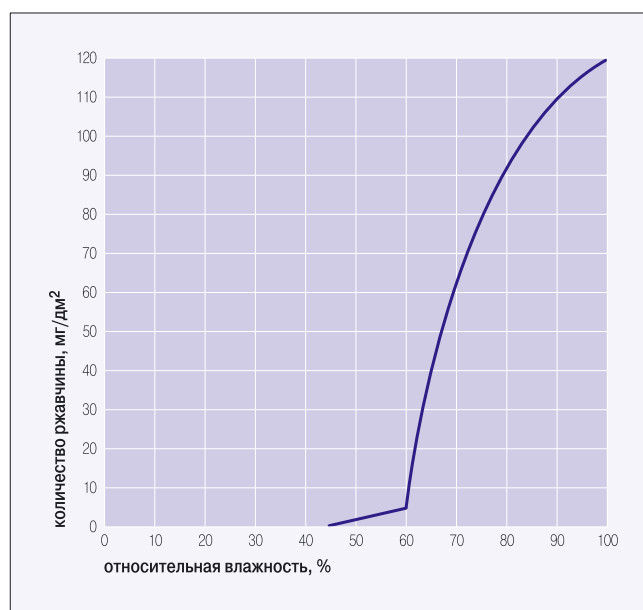
- увеличению веса и(или) объема (изменению плотности);
- изменению электрической проводимости;
- изменению теплопередачи и теплоотдачи;
- протеканию химических реакций;
- изменению качества продукта;
- изменению эффективности процесса;
- изменению вязкости жидкостей;
- изменению предела прочности на разрыв;
- изменению упругости и пластичности;
- изменению условий роста бактерий и микроорганизмов.

Влияние избыточно влажного воздуха опасно не только для гигроскопичных материалов. Материалы с ничтожно малой гигроскопичностью также подвержены воздействию водяных паров влажного воздуха, которое первоначально проявляется в поверхностных слоях. Следует выделить отдельные, часто встречающиеся случаи и последствия чрезмерного повышения влажности воздуха:

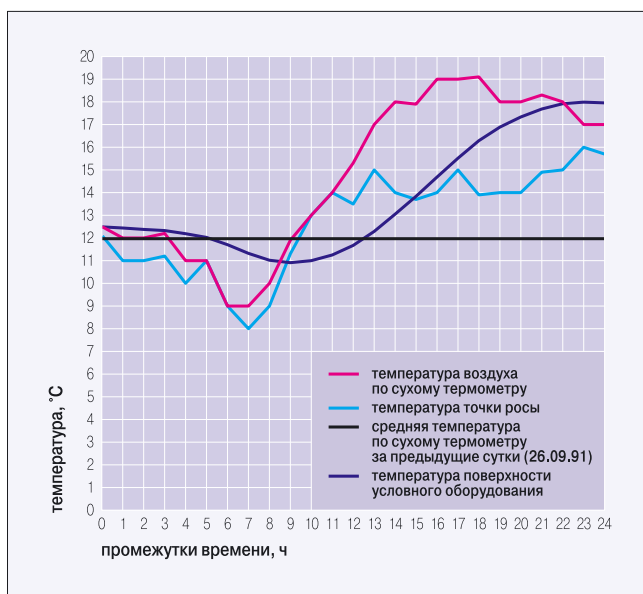
1. При высокой влажности воздуха ухудшается качество сопротивления электроизоляционных материалов (п. 3), в т.ч. самого воздуха как электроизолятора. Это приводит к неконтролируемым отказам, которые могут перейти в большие аварии и катастрофы, прежде всего из-за коротких замыканий.
2. При относительной влажности выше 70 % создаются благоприятные условия для быстрого роста плесени, споры которой присутствуют везде (п. 11). При меньших значениях влажности рост плесени полностью прекращается.

3. Чрезмерная гигроскопическая влажность продуктов ухудшает их качество и приводит к порче (п. 6), в т.ч. по причинам: ускоренного бактериологического роста (п. 11), изменения химического состава при реакциях с водяным паром (п. 5), слеживания и комкования порошкообразных и сыпучих продуктов и др.

4. Металлы, практически не обладающие гигроскопичностью, на воздухе подвержены коррозии (п. 5), интенсивность которой зависит также и от влажности воздуха. Низкая влажность гарантирует низкую интенсивность коррозии. У железа коррозия практически отсутствует при относительной влажности до 40–45 %. Незначительная коррозия железа начинается при повышении относительной влажности от 40–45 % до 60–70 % (так называемого «критического» значения влажности). Выше этого значения скорость коррозии железа резко увеличивается (по логарифмической зависимости), и происходит быстрое разрушение металла. Эти явления графически проиллюстрированы на рис. 1. Значения «критической» влажности зависят от природы металла и от наличия примесей в атмосфере, например, при наличии даже малых количеств газообразных реагентов (в первую очередь, SO_2 , а также SO_3 , NO_x и др.) «критическая» влажность воздуха для железа и многих других металлов существенно снижается.



■ Рис. 1. Влияние относительной влажности чистого воздуха на скорость коррозии железа (кривая Аррениуса)



■ Рис. 2. Ход температур 27 сентября 1991 г. в Санкт-Петербурге

Еще одно проявление высокой влажности воздуха наблюдается при охлаждении насыщенного влагой воздуха (100 % R_H). Воздух тогда становится пересыщенным влагой, и она начинает выделяться из него в виде тумана или росы. За счет образующейся разности парциальных давлений атмосферной влаги и насыщенного пара происходит конденсация пара на поверхностях, температура которых ниже точки росы воздуха, что приводит к их намоканию или образованию инея. Тогда вышеперечисленные последствия наступают значительно раньше и проявляются более интенсивно. Можно выделить две конкретные причины выпадения конденсата, с которыми наиболее часто приходится сталкиваться.

Во-первых, это холодные поверхности оборудования, низкая температура которых обусловлена технологическими процессами. Например, всевозможные трубопроводы, емкости и т.п. (на пищевых предприятиях, насосных станциях, химической промышленности и др.). Оптимальным методом предотвращения выпадения конденсата является правильный подбор теплоизоляции. Но этот путь не всегда приемлем и оправдан. Когда это невозможно, следует осушать воздух до состояния, чтобы точка росы была ниже температуры самой холодной поверхности. Во-вторых, выпадение конденсата связано с суточным изменением температур атмосферного воздуха, который является наиболее резко выраженным в условиях континентального климата. Массивные металлические части конструкций и оборудования выхолаживаются в ночные часы и, благодаря значительной теплоемкости, остаются переохлажденными в утренние и, частично, дневные часы. Атмосферный воздух, являясь средой значительно более лабильной, в утренние часы сравнительно быстро увеличивает свое тепло- и влагосодержание. За счет этого его точка росы при определенных условиях превышает температуру металлических поверхностей, в результате чего происходит процесс конденсации избыточной влаги. Влага, конденсируемая на наружных поверхностях, под действием подвижности атмосферного воздуха (ассимиляции) более или менее быстро испаряется. Значительно более опасной является конденсация влаги на внутренних поверхностях оборудования в различного рода скрытых каналах и полостях, поскольку благодаря вы-

сокой теплопроводности металлов на внутренних поверхностях температура мало отличается от наружных. При этом в застойных внутренних полостях и каналах конденсируемая влага испаряется мало и постепенно каждые сутки только накапливается.

На рис. 2 в качестве характерного примера показано почасовое изменение температур 27 сентября 1991 г. в Санкт-Петербурге. Линия 1 показывает изменение температуры воздуха по сухому термометру. В нашем примере эта температура использована для определения температуры поверхности некоторого оборудования при отсутствии солнечной радиации. Линия 2 иллюстрирует изменение температуры точки росы. Линия 3 соответствует средней температуре воздуха предыдущих суток, т.е. 26.09.1991 г. В первом самом грубом приближении для крайне теплоинерционного оборудования можно полагать, что его температура практически неизменна в течение суток и соответствует средней температуре воздуха предыдущего периода, например предыдущих суток. На графике видно, что начиная с 10:00, точка росы (линия 2) превышает температуру поверхности (линия 3), а значит, в это время избыточная влага будет конденсироваться на поверхности. В реальных условиях установки с бесконечно большой теплоинерционностью встречаются нечасто. Линия 4 моделирует изменение температуры оборудования в зависимости от температуры окружающего воздуха при условии полного выравнивания температур в течение 12 ч. Как видно на рис. 2, для такого оборудования конденсация будет наблюдаться с 9:00 до 15:00, когда температура поверхности ниже точки росы. Именно такую картину можно наблюдать на незащищенных металлических конструкциях мостов, виадуков и др.

Существует несколько методов осушения воздуха. Основные методы — ассимиляция, адсорбция и конденсация влаги — многократно описывались и сравнивались в, например, [2]. Там же даны общие рекомендации по выбору метода осушения в зависимости от поставленной задачи (приложения), внешних условий, энергетической эффективности, перечислены достоинства и недостатки каждого метода и т.п.



Температура, влажность и скорость (степень подвижности) воздуха являются его важнейшими параметрами как в комфортном, так и в технологическом кондиционировании. Поэтому регулирование этих параметров является наиглавнейшей задачей кондиционирования. Для правильного выбора оборудования должны быть учтены все факторы, влияющие на изменение состояния воздушной среды помещения. Порядок расчетов можно найти в классической литературе по данной теме, например, [3, 4]. В общем случае осуществляется составление уравнений теплового и влажностного баланса помещения, а также рассчитывается кратность воздухообмена. Поскольку температура, влажность и другие параметры воздуха (энтальпия, давление, плотность и др.) связаны между собой, то эта взаимозависимость учитывается при совместном решении этих уравнений путем их объединения в уравнение тепловлажностного баланса помещения. Влажностный баланс определяется уравнением

$$W = \sum W_{\text{выд}} - \sum W_{\text{пог}},$$

где $W_{\text{выд}}$ — количество влаговыделений, кг/с; $W_{\text{пог}}$ — количество влагопоглощений, кг/с. При положительном влажностном балансе однозначно требуется осушение воздуха.

При одновременном выделении влаги и теплоты уравнение тепловлажностного баланса имеет вид:

$$G = \frac{W}{d_{\text{п}} - d_{\text{пр}}} = \frac{Q}{i_{\text{п}} - i_{\text{пр}}}, \quad (2)$$

где G — количество воздуха, подаваемого в помещение, кг/с; W — суммарное количество влаги, выделяющийся (при $W < 0$ — поглощаемой) в помещении, кг/с; $d_{\text{п}}$ и $d_{\text{пр}}$ — влагосодержание воздуха соответственно в помещении и на притоке, кг/кг; Q — суммарное количество теплопритоков (при $Q < 0$ — теплопотерь), кВт; $i_{\text{п}}$ и $i_{\text{пр}}$ — энтальпия влажного воздуха соответственно в помещении и на притоке, кДж/кг. Это уравнение тепловлажностного баланса является основным в расчетах систем кондиционирования воздуха.

Величины W и Q являются переменными, изменяющимися непрерывно и независимо друг от друга. Задача кондиционирования воздуха состоит в том, чтобы при всех практически вероятных изменениях этих двух величин сохранять неизменными параметры воздуха в помещении $d_{\text{п}}$ (или относительную влажность φ) и $i_{\text{п}}$ (или температуру $t_{\text{п}}$).

Согласно уравнению тепловлажностного баланса (2) эта задача может быть решена, если в процессе непрерывного изменения величин W и Q система кондиционирования воздуха будет непрерывно менять параметры влажности и температуры приточного воздуха $d_{\text{пр}}$ и $i_{\text{пр}}$ (или $t_{\text{пр}}$) при постоянной подаче воздуха в помещение G , которая определяется по условию обеспечения минимальной кратности воздухообмена. Более сложные случаи расчетов — воздушные души и заветсы, местные отсосы и пр. — можно найти, например, в [4].

К сказанному следует сделать две оговорки, которые отражают современные тенденции проектирования и эксплуатации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC) за рубежом. Во-первых, стандарт ASHRAE 62.1 [5] допускает динамическое изменение режимов работы вентиляции в тех случаях, когда реальные значения приточного воздуха определяются по сиоиминутной обстановке. А это позволяет значительно снизить расход воздуха и сэкономить на потребляемой электроэнергии [6]. Поэтому, кроме величин W и Q в уравнении (2), расход воздуха G тоже может быть переменным.

Во-вторых, пиковые проектные погодные условия являются очень важным элементом для расчетов и подбора оборудования. При их использовании HVAC-система будет контролировать влажность на протяжении всех 8760 ч в течение обычного года. Если допускается, что в экстремальных погодных условиях влажность на некоторое время может подниматься выше допустимого значения, и учесть это при подборе оборудования, то первоначальные затраты можно существенно уменьшить (иногда на 20–30 %). Например, если этот лимит составляет 1 %, то количество таких часов будет 88 в году, а при 2,5 % — 219 ч/год. Здесь важно оценить экономические последствия незначительного зашкаливания параметров для коротких периодов времени. Обработка лития, например, требует более жестких условий (именно по осушению воздуха), чем хранилища для зерна или крахмала, поскольку последствия повышенной влажности для лития не только приводят к увеличению расходов, но и могут спровоцировать опасные ситуации. Исходные климатические данные для вышеупомянутых расчетов следует брать из относительно недавно разработанных метеорологических баз [7].

Здоровье и работоспособность человека в значительной степени определяются условиями микроклимата и воздушной среды жилых и общественных зданий. При этом особую важность имеют основные параметры, которые описывают тепловую окружающую среду обитания человека. К ним относятся: температура воздуха, средняя температура излучения, влажность, скорость перемещения воздуха, теплоизоляция одежды и выделение метаболического теплоты. К другим важным понятиям и условиям относятся терморегуляция организма, теплопередача, уравнение теплового баланса, прямые, эмпирические и рациональные тепловые индексы, акклиматизация, температура внутри тела и кожных покровов, температура поверхностей, тепловое ощущение и тепловой комфорт, потливость кожи, производные параметры, требуемая скорость потоотделения, требуемая теплоизоляция одежды



■ Нормативная влажность для хранения продуктов и помещений

табл. 1

Предмет	RH, %	Предмет	RH, %	Предмет	RH, %
Хранение сахара	20–35	Неупакованные лекарства	20–35	Музыкальные инструменты	45–55
Пивоваренное производство	35–45	Медицинские сиропы	30–40	Фото и кино оптика	40–55
Хранение молотого кофе	30–40	Хранение капсул	30–45	Производство полупроводников	30–50
Хранение сухого молока	20–35	Хранение порошков	30–45	Взрывчатые вещества*	35–50
Хранение семян	35–45	Окраска распылением	30–50	Литиевые аккумуляторы	до 2
Архивы	40–55	Лабораторная электроника	45–60	Предотвращение ржавчины**	до 55; до 40
Хранение бумаги	35–45	Производство пластмасс	5–30	Компьютерная периферия	50–60
Библиотеки	50–55	Сушка древесины	25–35	Производство жестких дисков	40–50
Кожаные изделия	40–55	Химические лаборатории	30–45		

* Взрывчатые вещества не должны находиться в условиях при относительной влажности менее 30 %, поскольку статическое электричество может вызвать искры и взрыв. ** До 55 % — вялотекущая коррозия, до 40 % — нулевая коррозия.

и другие. Некоторые из указанных терминов используются, а некоторые объясняются в соответствующих международных стандартах.

В настоящее время по вопросам эргономики тепловой окружающей среды имеется более полутора десятка признанных международных стандартов ISO, позволяющих оценить воздействие на человека горячей, умеренной и холодной окружающей среды. Описание этих стандартов приведено в ГОСТ Р ИСО 11399–2007 «Эргономика тепловой окружающей среды. Принципы и применение признанных международных стандартов», который идентичен соответствующему стандарту ISO. Этот стандарт определяет методы измерения и оценки тепловых окружающих сред. В стандарте рассматриваются основные принципы оценки реакции человека на тепловую окружающую среду в целом и, в частности, принципы, используемые при разработке каждого международного стандарта. В настоящем стандарте также рассматриваются вопросы взаимосвязи между стандартами и использования этих стандартов с целью дополнения друг друга при выполнении оценки всего диапазона тепловой окружающей среды. В качестве средств для оценки тепловой окружающей среды введены следующие критерии:

- индекс температуры влажного шарика психрометра WBGT — по ИСО 7243:1989 «Горячая среда. Оценка теплового перегрева работающего человека, основанная на индексе WBGT (температура влажного шарика психрометра)»;
- норма необходимого потоотделения SW_{req} — по ИСО 7933:2004 «Горячая среда. Аналитическое определение и интерпретация теплового поражения с использованием вычислений коэффициента потоотделения»;
- предсказанный средний индекс положительных оценок PMV — по ИСО 7730:2005 «Умеренная тепловая среда. Определение индексов PMV и PPD и параметров состояний теплового комфорта»;
- предсказанный процент отрицательных оценок PPD — по ИСО 7730:2005;
- индекс коэффициента резкости погоды, или индекс охлаждения ветром, WCI — по ИСО/ТО 11079:1993 «Оценка холодной среды. Определение расчетной величины требуемой теплоизоляции одежды (IREC). Технический отчет»;
- необходимая теплоизоляция одежды $IREQ$ — по ИСО/ТО 11079:1993.

Возможно, дискомфорт от избытка влаги человек чувствует реже, чем от ее дефицита, но только не в таких сырых городах как Амстердам, Венеция, Санкт-Петербург или Одесса. При повышении влажности воздуха увеличиваются его теплоем-

кость и теплоотдача. Это значит, что дискомфортное состояние наступает при меньших отклонениях температуры воздуха от оптимальных значений и в более острой форме.

Отрицательное воздействие избыточной влажности воздуха на человеческий организм приводит к ухудшению терморегуляции организма и зависит, прежде всего, от температуры воздуха, а также от ряда других параметров. Повышенная влажность при пониженной температуре воздуха приводит к значительному увеличению риска простудных заболеваний и воспалительных процессов, особенно органов дыхания. Повышенная влажность при повышенной температуре воздуха вызывает чувство духоты, учащается дыхание, увеличивается потливость, поднимается пульс, снижаются такие показатели, как работоспособность, выносливость, а также спортивные результаты.

Воздействие влажности на материалы и оборудование столь же разнообразно, сколько разнообразны они сами. В литературе можно найти описание многочисленных случаев, в которых необходимо осушать воздух, и соответствующие рекомендации. Остановимся на некоторых из них, которые особенно актуальны или которым в нашей литературе уделялось недостаточно внимания.

Исключительно для примера в табл. 1 приведены некоторые ориентировочные рекомендательные данные по относительной влажности, которые в конкретных реальных случаях могут несколько отличаться от приведенных данных.

Склады. При хранении товаров немаловажную роль играют климатические параметры воздуха в складском помещении. Лишь малая часть материалов может длительно противостоять воздействию атмосферной влаги. Избыточная влага является наиболее важным фактором окружающей среды при хранении продукции и сырья и называется «пусковым механизмом разрушений». С увеличением влажности воздуха усиливаются биогенная и химическая коррозия, и большинство материалов подвергаются разрушению: металл корродирует, сыпучие материалы слеживаются, древесина и ткани покрываются плесенью и гниют, картонные коробки намокают и деформируются, а в электронном оборудовании возникают функциональные неполадки.

Значительное увеличение интенсивности разрушительных процессов и ускорение развития различных видов плесневых грибов и микроорганизмов, многие из которых являются активными биодеструкторами, наблюдается при конденсации влаги. Конденсат может образовываться как на поверхности, так и внутри паропроницаемых материалов (кирпич,



цемент, картон и т.д.). В паропроницаемых частях стены водяные пары всегда стремятся переместиться из зоны высокого в зону пониженного парциального давления водяного пара. Это перемещение тем интенсивнее, чем больше температурный перепад и чем больше влажность воздуха. Если температура паропроницаемой поверхности опускается ниже точки росы, то пар конденсируется не только на поверхности стены, но и внутри нее.

При низкой относительной влажности значительно замедляется или останавливается активность биодеструкторов, разрушающих материалы и конструкции. Относительная влажность 50 % достаточна для хранения большинства материалов, включая чугунные и стальные изделия, изделия из древесины, электрические детали, большую часть химико-технических изделий и т.д.

Если относительная влажность является сравнительно низкой, то температура играет лишь второстепенную роль. Вот почему склад с относительной влажностью воздуха менее 50 %, превосходит обогреваемый склад с точки зрения условий хранения. Влажность воздуха может поддерживаться на постоянном уровне независимо от колебаний температуры. В результате отпадает необходимость в защите материалов от коррозии каким-либо иным способом. Дополнительным преимуществом является то, что качество хранимых материалов лучше по сравнению с качеством материалов, хранимых в обогреваемом складе.

С точки зрения расхода энергии эксплуатация склада с осушенным воздухом на 60–75 % дешевле герметичного обогреваемого склада. Капиталовложения в осушитель для негерметичного холодного склада составляют не более 50 % расходов на теплоизоляцию и нагревательную установку для обычно-

го обогреваемого склада. Это означает, что экономии можно добиться как с самого начала строительства за счет снижения капиталовложений, так и вследствие снижения эксплуатационных расходов и выбраковки продукции. В результате склад с осушенным воздухом представляет экономически более привлекательную альтернативу обычному обогреваемому складу.

Адсорбционное осушение позволяет создавать оптимальные условия хранения при минимальных затратах на капитальное строительство и энергию.

Аналогичные проблемы со своими специфическими особенностями решаются в бункерах для хранения (силосах), в танках, трюмах и резервуарах для хранения на судах и т.п.

Сельское хозяйство. Следует отметить необходимость осушения и контроля влажности при хранении зерна, являющегося основным продуктом сельского хозяйства. По данным FAO (Food and Agricultural Organization при ООН), ежегодные потери зерновых составляют более 10 % от общего производства, а в некоторых менее развитых странах 30–50 % [8]. К сказанному ранее следует добавить, что чаще всего эти потери происходят при большой влажности и повышенной температуре зерна. Зерно относится к сырью, устойчивому при хранении в надлежащих условиях, если его предварительно очистить от примесей и своевременно удалить избыточную влагу. Оптимальные результаты дает сушка зерна теплым и, что очень важно, сухим воздухом. Перегрев зерна при сушке (для разных культур — разные предельные температуры около 45 °C) приводит к ухудшению качества клейковины вплоть до полной денатурации, а также к снижению активности ферментов. При сушке гигроскопическая влажность зерна должна быть снижена с 18 % и более до не более 14 %. Сушка должна проводиться в несколько приемов, чтобы в перерывах влага перераспределялась из внутренних частей зерен к наружной поверхности, иначе поверхностные слои зерна растрескиваются, что приводит к ухудшению сохраняемости, снижению выхода и качества готовой продукции. Наиболее эффективным решением для сушки является использование предварительно подготовленного воздуха с относительной влажностью не более 2 % и с его подогревом до 45 °C.

Послеуборочное дозревание — комплекс биохимических процессов синтеза высокомолекулярных органических соединений из низкомолекулярных, накопленных в зерне в ходе фотосинтеза растения и налива зерна, — наиболее быстро завершается в сухом зерне (до 14 %) при положительной температуре в хранилище (15–20 °C) и достаточном доступе кислорода. Более низкая температура или недостаток кислорода растягивают время дозревания, а повышенная влажность зерна может привести к его плесневению. Необходимо подчеркнуть, что процессы синтеза протекают с выделением влаги, связанной низкомолекулярными соединениями. Поэтому наблюдение за изменением влажности зерна в первый период хранения имеет особенно большое значение.

При хранении зерно хорошо сохраняет свои свойства, если вся оставшаяся в зерне влага находится в связанном состоянии. Между относительной влажностью воздуха в хранилище и гигроскопической влажностью зерна через определенное время устанавливается динамическое равновесие. Например, при температуре около 20 °C и относительной влажности воздуха 20 % равновесная влажность зерна составляет примерно 7 %, а при максимальной влажности воздуха 100 % влажность

зерна достигает примерно 35 %. Оптимальной является влажность воздуха до 50–60 % (при температуре 10–20 °С), которой соответствует равновесная влажность зерна 13–14 %. Если гигроскопическая влажность зерна превышает критические значения (от 14,5 % до 16 % для разных культур), то в зерне появляется свободная вода, и оно плесневеет.

Другой опасностью для зерна являются насекомые-вредители. Поэтому хранить осушенное зерно следует при пониженной температуре, исключая активной жизнедеятельность насекомых [8].

Наиболее эффективным и экономичным способом хранения зерна является его вентилирование охлажденным, осушенным воздухом. Вентиляция неподготовленным наружным воздухом, особенно в осенний и весенний периоды, отличающиеся повышенной влажностью воздуха, способствует неконтролируемому изменению гигроскопической влажности зерновой массы.

Бобовые и другие культуры, которые характеризуются высокой начальной влажностью и большим содержанием белка (25–30 %), необходимо досушивать (доводить до кондиции) в «мягком» режиме при вентилировании глубоко осушенным воздухом 1–5 % R_H . Такая технология досушивания позволяет избежать ухудшения их качества, благодаря исключению растрескивания семян. Такая же технология необходима для семян подсолнечника, клещевины и им подобных, у которых равновесная влажность существенно отличается от злаковых культур.

Хранение удобрений. Применение удобрений в сельском хозяйстве является сезонным процессом, а их производство — непрерывным. Поэтому приходится складировать значительное количество удобрений как на месте расположения предприятия, так и на складах поблизости от площадей потребления. Большинство удобрений являются гигроскопичными и имеют высокую степень растворимости в воде. Хранение удобрений в течение длительного периода времени «насыпью» в непригодных условиях неизбежно сопровождается воздействием влажного атмосферного воздуха и, не дай Бог, капельной влаги. Почти все типы удобрений можно хранить при умеренных температурах наружного воздуха, но относительная влажность при этом не должна превышать 40 %. При более высокой влажности гигроскопичные гранулы поглощают влагу, что вызывает их агломерацию и делает удобрение непригодным к употреблению. Другим побочным эффектом высокой влажности является то, что при некоторых условиях нитрат аммония становится взрывоопасным. Также существует опасность отравления людей аммиачными парами от разложившихся гигроскопичных удобрений и получения травм на скользких полах из-за затвердевания удобрений. Следовательно, крайне важной задачей является осушение воздуха в хранилищах с удобрениями и поддержание его относительной влажности не более 40 %.

Морозильные и холодильные склады. Внутри морозильной или холодильной камеры наружный воздух попадает через двери или ворота. Водяной пар, содержащийся в теплом воздухе, конденсируется на холодных поверхностях, превращаясь в слой инея на испарителе, в лед и снег на стенах и дверях холодильной камеры. Поскольку полностью нельзя предотвратить проникновение наружного воздуха в камеру, то воздух следует осушать либо непосредственно в камере, либо в тамбуре.



Непосредственное осушение в камере предпочтительнее, потому что при этом:

- уменьшается образование инея на испарителях, что приводит к увеличению эффективности охлаждения;
- увеличивается продолжительность работы без оттаивания испарителей, что приводит к уменьшению нагрузки на холодильное оборудование;
- улучшается гигиеническая ситуация, поскольку отсутствие влаги на испарителях и стенах камеры препятствует размножению микроорганизмов и плесени;
- создаются благоприятные условия для работы персонала и техники из-за отсутствия тумана, скользких полов, льда на ленточном занавесе и т.п.

В этих условиях при таких уровнях поддерживаемых температуры и влажности предпочтение следует отдать адсорбционному методу осушения. □

1. Вишневецкий Е.П. Кондиционирование воздуха — увлажнение. Аргументация необходимости увлажнения воздуха и оценка дефицита влаги // Журнал «С.О.К.», №10/2003.
2. Вишневецкий Е.П. Анализ особенностей использования основных методов осушения воздуха // Журнал «С.О.К.», №3/2004.
3. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. Изд. 3-е. / Ананьев В.А., Балуева Л.Н. и др. — М.: Евроклимат, 2001.
4. Батурин В.В. Основы промышленной вентиляции. Изд. 4-е, сокр. — М.: Профиздат, 1990.
5. ANSI/ASHRAE Standard 62.1–2007: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
6. Stanke D. Технологии DCV в системах вентиляции // Мир Климата. Вестник Ассоциации предприятий индустрии климата, №43/2007.
7. Вишневецкий Е.П., Чепурин Г.В., Салин М.Ю. Расчет теплофизических характеристик атмосферного воздуха по данным метеорологических наблюдений в интересах оптимизации проектных решений СКВ и технико-экономического анализа их эффективности // Журнал «С.О.К.», №11/2009.
8. Вишневецкий Е.П., Салин М.Ю. Обеспечение микроклимата на объектах агропромышленного комплекса // Журнал «С.О.К.», №7/2009.
9. Вишневецкий Е.П., Салин М.Ю. Осушение воздуха как метод защиты зданий от разрушения // Журнал «С.О.К.», №9/2008.
10. Вишневецкий Е.П., Малков Г.В. Вентиляция мостов осушенным воздухом — эффективный метод борьбы с коррозией // Журнал «С.О.К.», №2/2006.
11. Вишневецкий Е.П., Салин М.Ю. Некоторые проблемы микроклиматического обеспечения объектов фармацевтики // Журнал «С.О.К.», №8/2009.
12. РД 34.20.591–97. Методические указания по консервации теплоэнергетического оборудования.
13. РД 153–34.1–30.502–00. Методические указания по организации консервации теплоэнергетического оборудования воздухом.
14. Хасанов А.О., Стариков А.В., Хорошилов С.А., Вишневецкий Е.П., Салин М.Ю. Некоторые аспекты микроклиматической поддержки в крытых бассейнах и аквапарках // Журнал «С.О.К.», №11/2008.
15. Вишневецкий Е.П., Салин М.Ю. Достоинства адсорбционного метода глубокого осушения воздуха крытых ледовых арен // Журнал «С.О.К.», №8/2008.

Кто ответит за духоту в помещении

Современный человек почти 90 % времени находится в помещении. Малышей мамы отправляют в детский сад, где группы часто бывают переполнены, школьники и студенты сидят в классах по 40 человек и больше, а взрослые проводят на рабочих местах гораздо дольше положенных восьми часов в день. Когда вы входите в помещение, где много людей, то практически всегда чувствуете, что там тяжелее дышится, чем снаружи. Хочется сказать «не хватает кислорода». Это неверно — кислорода все еще более чем достаточно, но в помещении повысилась концентрация углекислого газа. Что происходит при этом с нашим организмом? Насколько это вредно? Современные исследования доказывают, что повышенное содержание CO_2 во вдыхаемом воздухе отрицательно влияет на кровь, слизистые оболочки, дыхательную и мочевыводящую системы, костную ткань, иммунитет и умственную деятельность человека.

И.В. ГУРИНА

Цифры

Лучше всего дышится на природе. В чистом загородном воздухе 380–400 ppm* углекислого газа, т.е. 0,038–0,04 %. Эти концентрации оптимальны для дыхания человека. Содержание углекислого газа в атмосферном воздухе за последние 50 лет увеличилось на 20 % и постоянно продолжает расти — особенно в крупных городах за счет выхлопов автомобилей и промышленных выбросов. Сегодня уровень CO_2 в воздухе большого города может быть 600 ppm (0,06 %) и выше. Не будем подробно обсуждать атмосферу: для нас важно, что при этом происходит в помещениях, где мы проводим почти все время. Закрытые помещения — своего рода ловушки CO_2 . Воздух с уже повышенным или даже нормальным содержанием углекислого газа поступает через окна и вентиляцию, а потом его концентрация начинает быстро расти из-за дыхания людей, которые находятся в здании. Здесь есть отягчающие обстоятельства: принудительной вентиляции может вообще не быть или она работает плохо, а естественная не работает, поскольку пластиковые окна не пропускают воздух и они закрыты, чтобы никто не простудился.

В закрытом помещении уровень углекислого газа повышается гораздо быстрее, чем убывает кислород. Замеры показывают, что, даже когда в школьном классе уровень CO_2 достигает 1000 ppm



www.wallpaperfree.com

(0,1 %), содержание кислорода практически не меняется. Конечно, увеличение углекислого газа зависит от количества людей в этом помещении, от их веса и того, что они при этом делают. В тренажерном зале станет душно гораздо быстрее, чем в офисе (табл. 1).

Исследователи знают, что существует связь между концентрацией CO_2 и ощущением духоты. Человек начинает ощущать симптомы «нехватки свежего воздуха» (а на самом деле повышенной концентрации углекислого газа) уже при его уровне 0,08 %, т.е. 800 ppm. Впрочем, в современных офисах бывает и 2000 ppm CO_2 и выше. Но об этом чуть позже.

Что такое ацидоз и чем он плох

В норме кислотность pH крови человека равна примерно 7,4. Наш организм настроен на эту цифру, она необходима для работы всех ферментных и биологических систем организма. Логично предположить, что даже небольшие постоянные изменения кислотности крови могут оказывать очень сильное воздействие на живое существо.

Что происходит при повышении концентрации CO_2 в воздухе, который попадает в организм? Увеличивается парциальное давление CO_2 в наших альвеолах, его растворимость в крови повышается, и образуется слабая угольная кислота ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$), распадающаяся, в свою очередь, на H^+ и HCO_3^- . Кровь закисляется, что по-научному и называется ацидозом. Чем выше концентрация

CO_2 в воздухе, которым мы постоянно дышим, тем ниже pH крови и тем более кислую реакцию она имеет (рис. 1).

Минимальные физиологические последствия ацидоза — перевозбуждение, учащенное сердцебиение и умеренное повышение давления. При более сильном ацидозе человек становится вялым, сонливым, ощущает беспокойство. Но все это происходит уже при концентрациях углекислого газа, типичных для современных помещений, где много народа. Впрочем, когда человек надолго выходит на свежий воздух, его состояние постепенно приходит в норму.

А если всю жизнь дышать воздухом, в котором много углекислого газа, еже-

* Parts per million — единицы измерения уровня углекислого газа в воздухе, т.е. миллионная доля, аналогичная по смыслу проценту или промилле. Например, 1000 ppm равно 0,1 % содержания CO_2 в воздухе.

дневно, по 20 ч и больше? При ацидозе происходят биохимические изменения в организме, если же он хронический, то, видимо, они в какой-то момент могут стать необратимыми. В какой именно — ученым еще предстоит выяснить. За постоянство концентрации ионов водорода внутри организма отвечают его буферные системы. В частности, большую роль здесь играют почки, которые выводят избыток ненужных веществ. В организме также есть неорганические буферы. Одни из самых важных — это бикарбонат (HCO_3^-) и фосфаты. Есть и другие, органические, например гемоглобин и белки плазмы. Но все же 53 % общей буферной емкости крови приходится на систему «бикарбонат- CO_2 » (содержание бикарбоната в плазме — 24 ммоль/л).

Когда начинается ацидоз, то сначала организм защищается, повышая концентрацию бикарбоната в плазме крови, — об этом свидетельствуют многочисленные биохимические исследования. Чтобы компенсировать ацидоз, почки усиленно выделяют H^+ и задерживают HCO_3^- . Собственно говоря, концентрация CO_2 , при которой начинается повышение бикарбоната в крови, могла бы стать одной из научно обоснованных норм для допустимого содержания углекислого газа в помещениях. Потом включаются другие буферные системы, и вторичные биохимические реакции организма гораздо сложнее (подробно углубляться в них не будем, механизм довольно сложный). Поскольку слабые кислоты, в т.ч. и угольная (H_2CO_3), могут образовывать с ионами металлов слаборастворимые соединения (CaCO_3), то они откладываются в виде камней, прежде всего в почках. К счастью, человек проводит в душном помещении не

■ Выдыхаемое человеком количество углекислого газа

табл. 1

CO_2 , л/ч	Что делает человек
18	сидит
24	работает в офисе
30	ходит
36	выполняет легкую физическую работу
32–43	выполняет работы по дому
55–75	делает тяжелую физическую работу
175 и выше	выполняет спортивные упражнения

■ Как количество углекислого газа в воздухе влияют на человека

табл. 2

Уровень CO_2 , ppm	Физиологические проявления
Атмосферный воздух 380–400	Идеальный для здоровья и хорошего самочувствия
400–600	Нормальное качество воздуха. Рекомендовано для детских комнат, спален, офисных помещений, школ и детских садов
600–1000	Появляются жалобы на качество воздуха. У людей, страдающих астмой, могут учащаться приступы
Выше 1000	Общий дискомфорт, слабость, головная боль, концентрация внимания падает на треть, растет число ошибок в работе. Может привести к негативным изменениям в крови, также могут появиться проблемы с дыхательной и кровеносной системой
Выше 2000	Количество ошибок в работе сильно возрастает, 70 % сотрудников не могут сосредоточиться на работе

все время, поэтому этот процесс носит обратимый характер — через какое-то время после выхода на свежий воздух карбонат кальция должен раствориться.

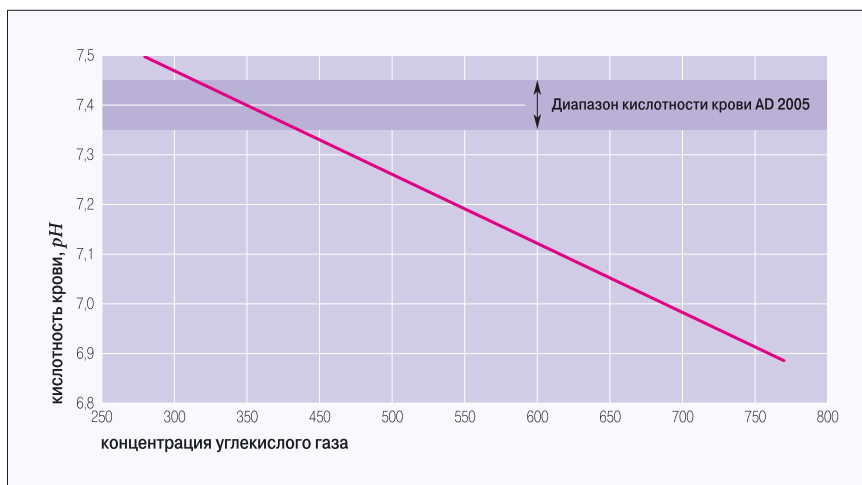
Сотрудник медицинской научно-исследовательской лаборатории военно-морского подводного флота США Карл Шафер исследовал, как влияют различные концентрации углекислого газа на морских свинок. Грызунов восемь недель содержали при 0,5 % CO_2 (кислород был в норме — 21 %), после чего у них наблюдалась значительная кальцификация почек. Она отмечалась даже после длительного воздействия на морских свинок меньших концентраций — 0,3 % CO_2 (3000 ppm). Но это еще не все. Шафер и его коллеги нашли у свинок

через восемь недель воздействия 1 %-го CO_2 деминерализацию костей, а также структурные изменения в легких. Исследователи расценили эти заболевания как адаптацию организма к хроническому воздействию CO_2 . Если ученые давали подопытным животным достаточно времени для восстановления (больше месяца), то эти признаки исчезали. Впрочем, исследователи сами говорят о том, что нужны дальнейшие эксперименты, чтобы установить, как повлияют на состояние млекопитающих более низкие концентрации углекислого газа и когда же изменения в их организмах станут необратимыми.

Прочие эффекты и синдром больного здания

Исследования ученых не ограничиваются ацидозом. Обследование 344 сотрудников 86 офисов города Тайбэй (Тайвань) показало, что уже при уровне CO_2 выше 800 ppm (0,08 %) у них отмечался рост маркеров окислительного стресса, например, 8-ОНдГ (8-гидрокси-2-дезоксигуанозина), определяемого в моче. Содержание маркеров тем выше, чем дольше человек находится в душном помещении. Так же действуют на организм человека летучие органические соединения, причем они и углекислый газ усиливают негативное влияние друг друга.

Ученые ЕС проверили самочувствие школьников в помещении с концентрацией углекислоты > 1000 ppm, или 0,1 %.



■ Рис. 1. Изменения pH крови с увеличением концентрации углекислоты во вдыхаемом воздухе

(Таких классов на Западе почти две трети, причем во вполне благополучных странах — в Швеции, Норвегии, Дании и Франции.) В медико-биологических тестах оценивали респираторное и аллергическое состояние 547 школьников в возрасте от 9 до 10 лет. Оказалось, что дети, проводящие много времени в помещении с высоким уровнем CO_2 , в 3,5 раза чаще имеют сухой кашель и в два раза больше болеют ринитом.

Корейские ученые также исследовали влияние CO_2 на астматиков. Выборка — 181 ребенок моложе 14 лет из 110 домов и квартир Сеула. В помещениях измеряли уровень содержания веществ, которые считаются основными загрязнителями воздуха: CO , NO , аллергены клещей домашней пыли, тараканов, споры грибов плесени и CO_2 . Ученые сделали вывод, что только повышенные концентрации CO_2 учащали приступы астмы у детей. Кстати, респираторные инфекции и астма считаются основными заболеваниями школьников.

Если мы вспомним первичные признаки acidоза, то поймем, почему вялые и сонливые школьники плохо воспринимают новый материал. Проблема повышенного уровня CO_2 характерна и для детских садов, причем особенно для спален. К счастью, у школьников каждые 45 минут бывает перемена, на время которой их выгоняют из класса, а тихий час с закрытыми окнами — тоже не очень длинный.

Куда же деться взрослым? Во многих учреждениях очень плохо работает принудительная вентиляция — именно здесь причина зашкаливания CO_2 . Мы уже говорили, что пластиковые окна хорошо изолируют тепло и звук, однако начисто лишают помещение естественной вентиляции, превращая его в большой целлофановый пакет. Уровень углекислого газа в таком «пакете» очень быстро нарастает.

Есть здания, которые в специальной литературе называют больными, а люди, работающие там, испытывают синдром больного здания (СБЗ). У синдрома много проявлений: раздражение слизистых оболочек, сухой кашель, головная боль, снижение работоспособности, воспаление глаз, заложенность носа, сложности с концентрацией внимания. Эта проблема знакома жителям ЕЭС, США, Канады и многих других стран. Некоторые исследователи считают, что именно углекислый газ — одна из главных причин развития СБЗ и этот синдром

появляется уже при его уровне свыше 800–1000 ppm. Почему решили, что виновник — углекислый газ? Потому, что когда в офисном помещении его концентрация опускалась ниже 800 ppm (0,08%), то и симптомы СБЗ становились слабее. Кроме того, уровень примесей, которые могли бы вызвать подобные симптомы, растет значительно медленнее, чем уровень CO_2 , поскольку люди постоянно выдыхают его.

О синдроме больного здания говорили после того, как появились дома с хорошей теплоизоляцией и наглухо закрытыми окнами, а также с низким уровнем вентиляции из-за экономии электроэнергии. Конечно, причинами СБЗ могут быть и выделения строительных и отделочных материалов, вещества, которые выделяет человеческое тело, споры плесени и т.д. Если вентиляция в помещении работает плохо, то, безусловно, концентрация этих веществ в помещении также будет расти, но медленнее, чем CO_2 . Углекислый газ выступает как тонкий индикатор — он говорит о том, что уровень вентиляции недостаточен, а значит, вырастет концентрация и других загрязняющих веществ.

Специалисты Мидлсекского университета (Великобритания), проведя тщательное исследование с участием 300 человек, вынесли вердикт: уровень углекислого газа в офисе не должен превышать 600–800 ppm (0,06–0,08%). Если он выше, то внимание снижается на 30%. При концентрациях CO_2 более 1500 ppm 79% опрошенных испытывали чувство усталости, а более 2000 ppm — две трети испытуемых не могли сосредоточиться. У 97% сотрудников, страдающих мигренью, она появлялась уже при уровне углекислого газа 1000 ppm (0,1%).

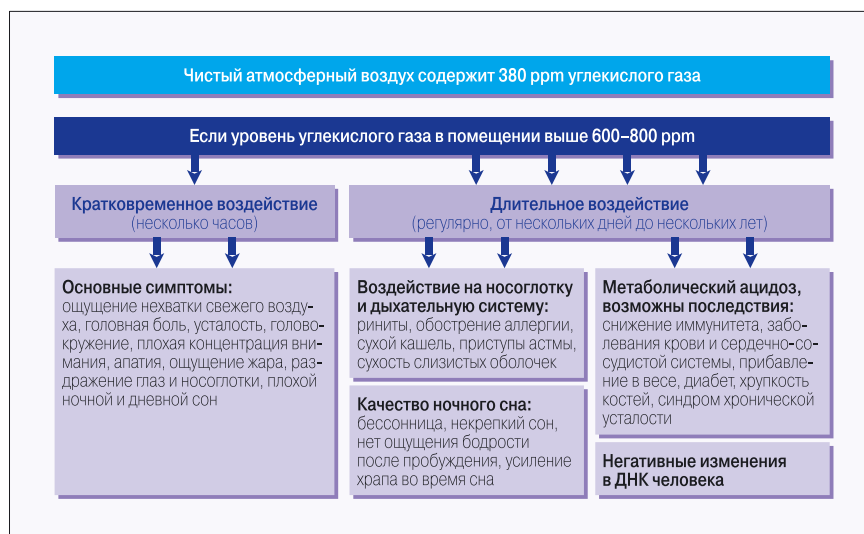
Ученый из Великобритании Д.С. Робертсон считает, что люди начинают чувствовать ухудшение качества воздуха уже при концентрации CO_2 600 ppm, а не при 800, как говорилось в начале статьи. Когда она становится еще выше, у отдельных людей появляется один или несколько классических симптомов отравления углекислотой — проблемы с дыханием, учащенный пульс, головная боль, снижение слуха, потливость, усталость, физиологические расстройства, и все они растут прямо пропорционально уровню CO_2 (табл. 2, рис. 2). По другим данным, у 15–33% людей эти симптомы возникают при концентрации 600–800 ppm, у 33–50% при 800–1000 ppm, и 100% будут испытывать их

при концентрации 1500 ppm. Расчетная модель говорит, что для того, чтобы подерживать в помещении CO_2 в пределах 600 ppm, в него должно принудительной вентиляцией подаваться воздуха 68 м³/ч на одного человека.

Как же понять, что это влияние именно CO_2 , а не других ядовитых продуктов, образующихся в процессе жизнедеятельности человека (в т.ч. ацетон, аммиак, амины, фенолы)? В Будапештском университете технологии и экономики разработали специальную методику, позволяющую свести к минимуму уровень загрязнения другими веществами. Подтвердилось, что виноват именно CO_2 . В исследовании приняли участие молодые и здоровые люди, средний возраст которых составлял 21 год, и, несмотря на то, что эксперименты продолжались не дольше 140–210 минут (концентрации доходили до 3000 ppm), чувствовали они себя откровенно неважно. Что же говорить о сотрудниках, которые находятся в офисах по восемь–девять часов ежедневно многие месяцы и годы.

В начале 2009 г. сотрудники Национальной лаборатории Лоренса Беркли (США) пытались понять, как углекислый газ в концентрациях 550, 1000 и 2500 ppm влияет на умственную деятельность и здоровье человека. Методика эксперимента была аналогична той, которую использовали венгерские ученые, однако добровольцы, участвующие в данном эксперименте, находились при заданных уровнях CO_2 ежедневно по восемь часов в течение трех месяцев. Полученные данные пока еще обрабатываются, но оптимизм внушает тот факт, что наконец-то появился четкий стандарт эксперимента.

Вот еще один важный момент: сегодня уровень концентрации CO_2 в помещении служит основным показателем качества воздуха. Он выступает как газ-индикатор, по которому можно судить не только о других загрязнителях, но и о том, насколько хорошо работает вентиляционная система в здании. Исследования в школьном классе показали, что если в воздухе присутствуют, кроме углекислого газа, летучие органические соединения и формальдегиды, то достаточно следить только за CO_2 . Если вентиляция справляется с ним, то остальные загрязнители также остаются на низком уровне. Более того, по CO_2 можно судить и о количестве бактерий в воздухе. Чем больше углекислого газа, тем хуже справляется вентиляция



■ Рис. 2. Влияние на человека повышенных концентраций углекислого газа

и тем больше в воздухе разных бактерий и грибов. Особенно отчетливо это заметно зимой, когда интенсивность вентиляции падает, а количество респираторных инфекций растет.

Скрытая проблема

Проблема углекислого газа в помещении существует во всех странах, но в России ее вроде как и нет. Строят новые здания, часто с применением современных «зеленых» технологий, старые здания модернизируют, ставят новые окна. А людям некомфортно, и население больших городов более слабое и больше болеет. Врачи лечат последствия, грешат на общее загрязнение атмосферы, а жесткие нормы на содержание в помещениях углекислого газа в России отсутствуют.

За последние несколько десятилетий практически не появлялись и российские исследования на эту тему. Между тем отдельные замеры в офисах Москвы показали, что в некоторых из них уровень CO_2 — 2000 ppm и выше. В 1960-х гг. прошлого столетия О.В. Елисеева в своей диссертации провела детальные исследования по обоснованию ПДК CO_2 в воздухе жилых и общественных зданий. Она проверила, как влияет углекислый газ в концентрациях 0,1 % (1000 ppm) и 0,5 % (5000 ppm) на организм человека, и пришла к выводу, что кратковременное вдыхание здоровыми людьми двуокиси углерода в этих концентрациях вызывает отчетливые сдвиги в функции внешнего дыхания, кровообращении и электрической активности головного мозга. Согласно ее рекомендациям, содержание CO_2 в воздухе жилых и общественных зданий не долж-

но превышать 0,1 % (1000 ppm), а среднее содержание CO_2 должно быть около 0,05 % (500 ppm). Несмотря на то, что даже кратковременное воздействие вызывало нежелательный эффект, ни ПДК, ни какие-либо другие нормативы по углекислому газу в то время в СССР не были приняты. Нет подобных норм для учебных, офисных и жилых помещений в СНиП и СанПиН.

В странах Европы, США и Канаде, как правило, нормой считается 1000 ppm (0,1 %). Именно в соответствии с этими цифрами рассчитывается вентиляция зданий. Во многих школах проводится мониторинг качества воздуха по уровню углекислого газа. Конечно, не всегда и не везде этот уровень соответствует норме. Но в этом случае администрация школ обязана принять меры, чтобы улучшить положение. В Финляндии, например, школу, в классах которой обнаружен повышенный уровень углекислого газа, могут даже закрыть до тех пор, пока не будет налажена вентиляция.

Вообще, на Западе тема качества воздуха в помещении довольно популярна. Ежегодно проводятся конференции по теме «Здоровое здание» и тема вентиляции там поднимается постоянно. Кстати, о вентиляционных системах. С одной стороны, в современном мире все стараются экономить электроэнергию, с другой — нужно поддерживать хороший воздухообмен, а для этого требуется большое количество электрической энергии. В Финляндии ученые предложили удалять углекислый газ с помощью абсорберов, встроенных в вентиляционные системы. Итак, возможно, удастся добиться разумного баланса между

экономией электроэнергии и безопасным уровнем углекислого газа в помещениях. Такие бытовые абсорберы углекислого газа для помещений уже существуют, было бы желание их применить.

В последние годы в США и в Европе появляются проекты так называемых «зеленых» зданий. Они построены из экологически чистых материалов и должны потреблять как можно меньше электроэнергии или обеспечивать ею себя сами. Все бы хорошо, но это неизбежно приводит к экономии именно на вентиляции. В декабре 2008 г. английская газета Daily Mail рассказала о том, как проф. Дерек Клементс-Крум исследовал несколько школ, пытавшихся воплотить в жизнь идею экологичного здания с минимальным потреблением энергии. В этих школах профессор зафиксировал очень высокий уровень CO_2 в классах. В результате у детей был заторможен мыслительный процесс, они были вялыми и не могли нормально учиться.

Появилась информация о том, что на северо-востоке Москвы также будет построен первый «зеленый» высотный административно-жилой комплекс «Кристалл» (187 тыс. м²). Если учесть, что проблема углекислого газа в помещении в России незнакома, то за здоровье людей в этом здании можно опасаться.

В наших школьных классах принудительная вентиляция практически отсутствует. Учителя должны делать «сквозное проветривание» класса во время перемены. Правда, зимой холодно, и это невозможно. Да и после проветривания уровень углекислого газа быстро вырастает в несколько раз, поэтому уже к середине урока дети не могут сосредоточиться. В современных офисных зданиях вентиляция есть, но зачастую при проектировании здания рассчитывают на одно количество работников, а потом их оказывается гораздо больше. Кстати, если на улице CO_2 станет в какой-то момент очень много, то мы не сможем обойтись еще и без абсорберов углекислого газа.

В последние годы появились точные инфракрасные сенсоры для замера уровня углекислого газа в помещениях. Они входят в состав газоанализаторов и показывают концентрацию углекислого газа в режиме реального времени, поэтому их удобно ставить в жилых и общественных помещениях, школах и детских садах. Однако для того, чтобы от этих измерений была польза, нужны четкие нормы по уровню углекислого газа в помещениях. А их у нас пока нет. ■

В последнее время редакция журнала «С.О.К.» получила много писем, в которых инженеры интересуются задачами, которые им приходится решать в рамках своей специальности. Связано это, с одной стороны, с разнообразием и сложностью объектов проектирования, с другой — с недостатком времени, иногда квалификации и, главное, серьезной литературы с обоснованием расчетов. Идя навстречу таким пожеланиям, редакция предлагает новую рубрику. Вопросы систематизированы по группам, поэтому каждая тема позволит лучше понять проблемы и решения в единстве и взаимосвязи.

За окном зима, и сейчас как никогда актуальна тема, связанная с нагреванием воздуха в СКВ и СВ при неодинаковом, а иногда и противоречивом подходе к ней проектировщиков, наладчиков, а также пишущих специалистов и ученых. Наиболее ярким подтверждением такой актуальности являются, к сожалению, пока еще многочисленные случаи аварий — замерзания воды и разрыва трубок теплообменников, многолетняя действительно «ахиллеса пята» наших систем. Мы собрали основные вопросы на эту тему и попросили ответить на них известного специалиста, автора цитируемых ниже книг д.т.н., проф. А.Г. Сотникова.

Итак, тема обсуждения в ближайших номерах: «Нагрев воздуха, расчет и испытания, замерзание воды в трубках, причины и борьба с этим явлением».

1. Как правильно выбрать расчетный режим для аппарата, если одновременно меняются температура воды в теплосети $t_{w,n}$, температура нагреваемого наружного воздуха t_n или его смеси с рециркуляционным t_c , а в энергоэффективных системах — и расход нагреваемого наружного L_n или приточного $L_{пр}$ воздуха?

Ваш вопрос весьма актуален и правильно сформулирован. Прежде всего, дадим определение, что такое расчетный для воздухонагревателя режим. Это случай, а, точнее, сочетание величин ($t_{w,n}$, t_n или t_c , t_k , L_n или $L_{пр}$), при котором для нагрева требуется наибольший расход воды из теплосети G_w , иначе водяной регулирующий клапан будет ближе всего к открытию ($h = \max$). Пусть для простоты расход нагреваемого воздуха постоянный ($L_n = \text{const}$ или $L_{пр} = \text{const}$).

Тогда процесс нагрева зависит только от сочетания трех температур. В этом случае вычисляют известный коэффициент эффективности нагревания θ_B , отнесенный к температуре воды в теплосети $t_{w,n}$ равен:

$$\theta_B = \frac{t_k - t_n}{t_{w,n} - t_n} = \left(\frac{1}{2} + \frac{L_B \rho_B c_B}{2G_w c_w} + \frac{L_B \rho_B c_B}{kF} \right)^{-1} \quad (1)$$

при условии, что коэффициент теплопередачи аппарата k вычислен при среднеарифметической разности температур. Для аппаратов многих производителей величины k и F не приводят, поэтому произведение kF неизвестно, хотя его легко определить по четырем температурам и расходам сред. Поясним вы-

бор расчетного режима по формуле (1) примером. Пусть в расчетных условиях $t_{n1} = t_{нрх} = -26^\circ\text{C}$, $t_{k1} = 15^\circ\text{C}$, $t_{w,n1} = 90^\circ\text{C}$, а расход нагреваемого воздуха постоянный. В этом случае эффективность процесса нагревания равна:

$$\theta_B = \frac{15 - (-26)}{90 - (-26)} = 0,355.$$

Сравним ее с эффективностью нагрева в промежуточном режиме при $t_{n2} = 0^\circ\text{C}$, $t_{k2} = 13^\circ\text{C}$, $t_{w,n2} = 55^\circ\text{C}$. В этом случае эффективность процесса нагревания будет равна:

$$\theta_B = \frac{13 - 0}{90 - 0} = 0,235.$$

Наибольший в этом примере расход внешней воды потребует в первом случае. Однако ответ сильно зависит от графика подачи теплоносителя $t_{w,n} = f(t_n)$. В пределе он может быть таким, при котором перемещение плунжера водяного регулирующего клапана в процессе работы будет минимальным. Чаще всего расчетный режим соответствует условию нагрева при расчетной температуре наружного воздуха зимой. Для второго или местного подогрева расчетный режим соответствует минимальным тепловыделениям в помещении. При переменном расходе наружного воздуха учитывают как эффективность, так и расход воздуха, и по их сочетанию выбирают для данного аппарата расчетный расход воды.

2. В технической литературе периодически встречаем такие термины как «запас поверхности», «запас теплопроизводительности». Правильны ли они, и как нужно понимать термин «запас»?

Да, действительно, такое понятие вполне уместно, но важно, к чему его относить. В 60–90-е гг. прошлого века широко использовали термин «запас поверхности», вводимый на всякую «неучтенку» — снижение графика ТЭЦ, загрязнение поверхности аппарата как снаружи, так и внутри, снижение его теплопередачи и т.п. При отсутствии циркуляционных насосов и трехходовых клапанов процессом управляли расходом воды, т.е. проходным клапаном. Излишняя поверхность и несовершенная методика расчета, когда полагали четвертую температуру известной, приводили к уменьшению расхода воды, ее скорости в трубках и переохлаждению, а как следствие — к замерзанию воды в трубках при $Re < 2300$ и $v < 0,1–0,2$ м/с.



Сейчас, при повсеместном управлении процессом нагревания $t_{w,cm}$ и рассмотрении аппарата в единстве и взаимосвязи с обвязкой, насосом и трехходовым регулирующим клапаном запас правильно оценивать по положению плунжера этого клапана. Если, например, как в текущих, так и в расчетном режимах он открыт не полностью, то запас есть. В противном случае его нет. При тенденции снижения температуры воды в теплосети существующий запас уменьшается, и это нужно учитывать.

3. Мне часто приходится подбирать и потом налаживать узлы нагревания воздуха, где установлены отечественные аппараты «КВС», «КВБ», «КСк3», «КСк4». Сообщите, есть ли надежные и универсальные теплотехнические характеристики воздухонагревателей этих типов, которые я могу использовать?

Да, есть. Они получены на основе компьютерных расчетов и с учетом разного числа аппаратов, их способа установки по воздуху и обвязки по воде. Методика расчета была правильной, потому

что учитывала три известных температуры (t_n , t_k , $t_{w,cm}$) и разные расходы воздуха (L_n , $L_{пр}$), разное число аппаратов разных номеров и неизвестную конечную температуру воды $t_{w,k}$. На основе этого результаты были обобщены в виде предельно простых графиков как для отдельных аппаратов, так и для их группы от 2 до 6. Всего имеется четыре графика для каждого из вышеупомянутых нагревателей. Вы можете познакомиться с ними и использовать в работе, если воспользуетесь книгой [1] п. 5.11 и 5.18 (рис. 5.28 с. 337, рис. 5.44–5.46 с. 366–368 т. I). В качестве примера таких зависимостей в [1] приводится сводная номограмма для разных комбинаций воздухонагревателей «КСк3» №№6–12. Точка в поле графика означает отдельный аппарат, а их сочетания — общее число аппаратов, способ установки по воздуху соответствует условию, что аппараты одного ряда по воде соединены последовательно, а разные ряды — параллельно. Номограммы точны при скорости воды в трубах $v = 0,8–1,2$ м/с, при меньшей скорости $v = 0,5–0,8$ м/с теплоотдача ап-

парата и эффективность q_v несколько снижаются, но незначительно. Оценивая эту номограмму, укажем, что, например, при расходе воздуха $L = 10$ тыс. м³/ч при разных аппаратах, их числе и поверхности нагрева можно обеспечить разную эффективность нагревания от $q_v = 0,20$ («КСк» №6, 1 шт.) до $q_v = 0,60$ («КСк» №9, $2 \times 2 = 4$ шт.).

Методика использования подобных номограмм очень проста. Задавшись типом аппарата, его номером, числом таких аппаратов и их размещением в воздухонагревателе и расходом воздуха, по номограмме определяют эффективность процесса q_v . После этого по известным температурам t_n , t_k нагреваемого воздуха вычисляют требуемую температуру теплоносителя (воды) на входе в воздухонагреватель и оценивают возможность ее получения. □

Продолжение в следующем номере журнала.

1. Сотников А.Г. Процессы, аппараты и системы кондиционирования воздуха и вентиляции / Теория, техника и проектирование на рубеже столетий. — СПб.: АТ-Publishing, Т. I, 2005; Т. II, ч. 1, 2006; Т. II, ч. 2, 2007.

14-16 апреля

г. УФА

XIV СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ. ОТОПЛЕНИЕ. ВОДОСНАБЖЕНИЕ-2010

БВК БАШКИРСКАЯ
ВЫСТАВОЧНАЯ
КОМПАНИЯ

БАШКОРТОСТАН
ВЫСТАВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС

ОРГКОМИТЕТ: Республика Башкортостан, 450022, а/я 52

Тел./факс: (347) 2531413, 2533800, 2531433. E-mail: stroy@bvkexpo.ru, www.bvkexpo.ru

Генеральный партнер
БашИнвест
ГРУППА КОМПАНИЙ

Энергоэффективность: руководство к действию

Минувший год без преувеличения можно назвать началом нового этапа в развитии российского ЖКХ. Закон «Об энергоэффективности» изменил правила игры на рынке коммунальных услуг и поставил многих его участников перед необходимостью пересмотра своих экономических приоритетов. Как жить и работать в новых условиях? Ответить на этот вопрос поможет опыт тех компаний, которые выбрали энергосбережение как долгосрочную стратегию развития.

С каждым днем становится все более очевидно, что энергоэффективность является одним из основных трендов развития мировой экономики в XXI веке. И коммунальное хозяйство не может стать исключением. Более того, в ЖКХ вопрос сокращения энергопотерь стоит гораздо острее, чем в любом другом секторе экономики, ведь почти половина всех топливно-энергетических ресурсов развитых стран тратится сегодня на обеспечение коммунальных нужд их граждан. Что касается нашей страны, то здесь ситуация еще более тревожная. Например, в Москве на коммунальные нужды уходит около 60 % всей производимой тепловой энергии и более четверти — электрической. Причем от 40 до 70 % этой энергии просто рассеивается в атмосферу. В регионах дела обстоят не лучше. Наши дома постоянно излучают тепло через тонкие панельные стены, межплитные швы, разбитые окна на лестничных клетках и открытые форточки, превращая города в гигантское энергетическое решето.

Во многом благодаря ситуации, сложившейся в ЖКХ, валовый внутренний продукт страны имеет колоссальную энергоемкость, одну из самых высоких в мире. Ученые считают, что этот показатель может быть снижен более чем на 40 %. Но для этого необходимо существенно повысить эффективность использования ресурсов: в частности, привести весь жилой фонд и коммунальную инфраструктуру в соответствие с современными стандартами энергосбережения. Ведь основной объем теплопотерь приходится сегодня именно на жилые здания, а не на городские и квартальные теплосети. Однако эта проблема требует применения комплексных решений, что, к сожалению, в наши дни большая редкость. «Коммунальные службы нередко исходят лишь из соображений сиюминутной экономии либо формально под-



ходят к исполнению требований закона «Об энергосбережении». Например, переводят дома на приборный учет, не проводя никаких работ по модернизации отопительных систем. Однако, сам по себе прибор учета никакой экономии дать не может, поэтому счета за тепло растут, а его потребление не снижается. Это ведет лишь к конфликту между собственниками и теплоснабжающими компаниями», — считает Михаил Шапиро, генеральный директор компании Danfoss, ведущего мирового производителя энергосберегающего оборудования для систем отопления и теплоснабжения зданий.

Если же модернизация и проводится, то зачастую носит половинчатый характер. Ведь чтобы добиться действительно существенной экономии тепла в 35–45 %, нужно оптимизировать работу всех элементов домовой отопительной системы. Первый и самый очевидный шаг — установка индивидуального теплового пункта (ИТП). Это позволит корректировать теплопотребление в соответствии с погодными колебаниями.

Кроме того, ИТП «забирает» только то количество тепла, которое нужно для обеспечения внутренних потребностей здания.

Но эти потребности тоже можно и нужно оптимизировать. Например, необходимо дать жильцам возможность полностью управлять своим теплопотреблением, т.е. регулировать температуру отопительных батарей. В противном случае, они будут продолжать отапливать улицу через открытые форточки.

Решением этой проблемы являются радиаторные терморегуляторы. Будучи установлены на всех радиаторах в доме, они позволяют автоматически поддерживать в каждой комнате заданную ее обитателями температуру воздуха. Не менее важна автоматическая балансировка системы по стоякам, позволяющая добиться равномерного распределения горячей воды по дому. «Только комплекс мероприятий с установкой приборов учета даст не номинальный, а вполне реальный экономический эффект, то есть обеспечить значительное снижение теплопотребления и реальные сроки окупаемости оборудования», — говорит Михаил Шапиро. — А если в дополнение к общедомовому прибору учета тепла в квартирах установить индивидуальные счетчики-распределители, то у каждого собственника появится персональный стимул к экономии, что может дать результат даже выше прогнозируемого».

Модернизация по-уральски

Впрочем, проблемы российско-го теплоснабжения носят не только технический характер. Сегодня можно услышать реплики о преградах на пути внедрения энергоэффективных технологий в российском ЖКХ: в частности, о прямой экономической зависимости генерирующих компаний и коммунальных структур от объемов энергопотребления. Однако практика показывает, что подобные утверждения не просто далеки от истины, но противоречат здравому смыслу. Энергосбережение может существенно повысить рентабельность генерирующих предприятий, теплоснабжающих организаций и управляющих компаний. Вопрос в правильном выстраивании стратегии реформирования отрасли.

В качестве одного из наиболее показательных примеров комплексного подхода к реформированию городских энергосетей можно привести программу развития системы теплоснабжения Челябинска, реализация которой должна начаться в 2010 г. В рамках этого проекта планируется установить в жилых многоквартирных домах 2500 ИТП. Причем сделать это энергокомпания «Фортум» (основной поставщик тепла и электричества в городе) собираются за свой счет, а впоследствии передать обслуживание на обслуживание коммунальным структурам.

Расчет энергетиков прост. Согласно данным директора Челябинских тепловых сетей Сергея Лобанова, стоимость тепла, которое город ежегодно теряет через форточки, — 635 млн руб. Это потенциал, расходуемый сегодня энергокомпаниями вхолостую. Для сравнения: суммарные потери за счет утечек тепла не превышают 5 млн руб.

Выгодна модернизация и горожанам. После перевода жилого фонда на приборный учет тепла, что является обязательным требованием закона «Об энергосбережении», жители Челябинска смогут управлять своим теплопотреблением. Значит, снизится и размер платежей за тепло. Согласно подсчетам энергетиков, экономия средней семьи составит 1700–2500 руб. за один отопительный сезон.

Нужно отметить, что у компании «Фортум» уже есть опыт успешной реализации подобных проектов: в частности, в Таллине, Риге и других прибалтийских городах, где ситуация в теплоснабжении схожа с российской.

Регионы — за экономию

Нужно сказать, что не только в столице Южного Урала сегодня рассматривают энергосбережение как инструмент для решения экономических задач. С проблемой дефицита энерго мощностей столкнулась недавно теплоснабжающая компания Гатчины (Ленинградская обл.) — города с почти 100-тысячным населением. «Мы оказались в непростом положении», — говорит главный инженер МУП «Тепловые Сети г. Гатчины» Владимир Шарабакин. — *Городские коммуникации создавались давно и не были рассчитаны на современные нагрузки. Чтобы обеспечить полноценное теплоснабжение всем абонентам центральной части города, необходимо менять магистральные трубы, что позволит увеличить пропускную способность теплотрасс. В то же время наши расчеты показывают, что тепло, отпускаемое потребителям, используется неэффективно, особенно в межсезонье. Когда в помещениях становится жарко, люди открывают форточки и греют улицу, причем эти потери значительно превышают наши потребности в дополнительных энергоресурсах.*

Если заменить элеваторные узлы в домах на автоматизированные индивидуальными тепловыми пунктами с погодозависимым регулированием, то нагрузка на городскую теплотель резко уменьшится. Кроме того, после установки ИТП система теплоснабжения в здании становится закрытой и необходимое рабочее давление в ее внутреннем контуре создается насосным оборудованием, входящим в состав теплового пункта. Таким образом, мы можем снизить нагрузку на насосы в котельных, которые сейчас «прокачивают» весь город. А это тоже немалая экономия».

Несколько иная проблема возникла у коммунальных служб Заречного Свердловской области. Жилой фонд этого города насчитывает около 200 многоквартирных домов, подключенных к системе центрального теплоснабжения. Несмотря на то, что зимой температура воздуха в этих широтах нередко опускается ниже –30 °С, в последние годы зареченцы страдают от систематиче-

ских «перетоков». *«Температурный режим в городской теплосети часто бывает нестабилен. В результате в системе теплоснабжения зданий поступает перегретая вода. Да и на улице не всегда мороз, — объясняет директор обслуживающей городское жилье управляющей компании ООО «ДЕЗ» Сергей Сколобанов. — Поэтому в домах жарко. Но жильцы не располагают никакими средствами для регулирования температуры воздуха. В итоге получается, что люди платят за лишние гигакалории, тогда как могли бы потратить эти деньги, например, на текущий ремонт или благоустройство своих домов».*

Чтобы исправить ситуацию, было решено в рамках федеральной программы капремонта оснастить домовые системы отопления средствами тепловой автоматики. Примечательно, что сделать это собственникам порекомендовало руководство управляющей компании. В минувшем году в шестидесяти жилых домах Заречного уже были установлены узлы регулирования на основе оборудования компании Danfoss, позволяющие управлять температурой теплоносителя на входе в здание в соответствии с изменениями погодных условий. Теперь климат в домах всегда комфортный. Логическим завершением стал перевод отремонтированных домов на приборный учет тепла. «Мы не только решили проблему «перетоков», но и получили 20-процентную экономию на платежах за отопление», — говорит Сергей Сколобанов. — *В следующем году мы планируем подать новую заявку в Фонд содействия реформированию ЖКХ и провести реконструкцию еще в 70 зданиях».*

Большинство развитых стран Европы столкнулось с дефицитом энергоресурсов уже более 30 лет назад. И камнем преткновения, как и сегодня в России, тогда стала чрезмерная энергоемкость жилищно-коммунального хозяйства. Однако опыт нескольких последних десятилетий показал, что проблема эта разрешима. Более того, в процессе ее решения коммунальные службы могут выйти на новый уровень рентабельности. Похожие преобразования начинаются сегодня и в нашей стране. Есть уже и первые успехи. Главное сейчас — с максимальной пользой использовать опыт, накопленный как ближайшими соседями по карте мира, так и российскими регионами. ■

Пресс-служба «Данфосс».



материалов (1972), Декларацию об окружающей среде, принятую на специальной Конференции ООН в Стокгольме (1972), Конвенцию о трансграничном загрязнении воздуха на большом расстоянии (1979), Венскую конвенцию об охране озонового слоя (1985) и Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой (1987).

Заботой о сохранении окружающей среды проникнуты и другие международные инициативы. В ноябре 2009 г. на совещании глав финансовых ведомств стран «большой двадцатки» в г. Сент-Эндрюсе (Шотландия) была признана необходимость срочного увеличения финансирования борьбы с климатическими изменениями на планете. В этой связи глава российского Минфина Алексей Кудрин сообщил, что рассматривается вопрос о создании специального фонда по борьбе с глобальным потеплением. Он привел экспертные оценки, согласно которым до 2020 г. на эти цели потребуются от 100 до 200 млрд долларов. По словам российского министра, «...вклад РФ будет, скорее всего, заключаться в передаче технологий...».

Стабилизировать климат

Основное беспокойство последних лет вызывают все более очевидные процессы изменения климата на планете. Причиной этого негативного явления стал нарастающий парниковый эффект, вызванный большим количеством выбросов углекислого газа в атмосферу. Следует отметить, что опасения по поводу «глобального потепления» впервые возникли еще в конце 1970-х гг. прошлого века. Однако только в 1992 г. с принятием Рамочной конвенции ООН об изменении климата была официально признана необходимость «...стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на уровне, предотвращающем опасные антропогенные взаимодействия с климатической системой...».

Конкретные меры и механизм реализации данной конвенции были предложены несколько позже, в 1997 г., и отражены в Киотском протоколе. По этому документу 120 стран взяли на себя обязательства в период 2008–2012 гг. снизить совокупный уровень выбросов парниковых газов на 7% по сравнению с уровнем 1990 г. При этом каждой стране выделен строго определенный предел (или квота) на загрязнение окружающей среды: например, странам ЕС — 8%, Японии — 6%, Канаде — 6%. Квотируется

Тенденции в защите окружающей среды

XX век принес человечеству немало благ, связанных с бурным научно-техническим прогрессом, и в то же время поставил жизнь на Земле на грань экологической катастрофы. Рост населения, интенсификация добычи природных ресурсов, неконтролируемые выбросы загрязняющих веществ приводят к коренным изменениям в окружающей среде и крайне негативно отражаются на самом существовании цивилизации. В данной ситуации задержка с решением острейших проблем такого рода, по мнению ученых, может привести к катастрофическим последствиям для планеты.

Большинство экологических неурядиц, с которыми сталкивается современное общество, имеет глубокие корни. Они стали результатом бесконтрольной вырубке лесов и массового осушения территорий, строительством гидротехнических сооружений и бурным ростом промышленности. Дополнительный урон флоре и фауне нанесла необузданная гонка вооружений, поскольку испытания ядерного и других видов оружия массового уничтожения не только калечат облик Земли, но и уничтожают на значительных территориях все живое — от микроорганизмов до млекопитающих. Серьезную экологическую проблему породили разрушение озонового

слоя, промышленные выбросы в атмосферу, вызывающие кислотные дожди, а также бесконтрольное захоронение радиоактивных и ядовитых химических отходов под землей и на дне океана.

Вопросы минимизации негативного воздействия человека на окружающую среду всегда были и остаются в центре внимания мировой общественности. Об этом свидетельствует целый ряд международных соглашений, среди которых можно выделить: Московский договор о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, в космическом пространстве и под водой (1963), Конвенцию по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других

в первую очередь двуокись углерода (CO₂) как наиболее существенный из парниковых газов.

К сожалению, механизм перераспределения квот, который должен был стать основным инструментом гибкого регулирования выбросов, так и не заработал. Прошедший в декабре 2009 г. Копенгагенский саммит COP15, призванный узаконить достижения Киотского соглашения, также не смог выработать приемлемых для всех участников этого процесса процедур. Однако он задал основные направления для активного переговорного процесса, который, несомненно, уже в ближайшем будущем приведет к созданию новой глобальной системы контроля и регулирования парниковой эмиссии.

Энергосбережение — первоочередная цель

Основными источниками парниковых газов являются промышленные предприятия, транспорт, сельское хозяйство. Значительный «вклад» в увеличение их концентрации наряду с другими отраслями вносит и энергетика. Поэтому, понимая необходимость для человечества экономического роста этих и других отраслей, мировое сообщество сформулировало следующие задачи на ближайшее будущее: первоочередная — энергосбережение; долгосрочная — переход на альтернативные возобновляемые энергоресурсы.

Подсчитано, что почти треть производимой в мире энергии расходуется нерационально, неэффективно. Парадокс заключается в том, что, вырабатывая энергию, человечество сжигает огромное количество топливно-энергетических ресурсов, загрязняя при этом атмосферу только ради того, чтобы затем потерять определенную часть произведенной энергии. Очевидно, что наиболее разумным и безопасным способом избежать негативных последствий изменения климата на планете должно стать энергосбережение.

Говоря же о долгосрочной задаче для мировой промышленности, предполагается развитие, прежде всего, экологически приемлемых форм производства энергии, таких как ветровая, солнечная, волновая, геотермальная, биогаз и пр. (альтернативная энергетика). Существенного снижения выбросов в атмосферу можно добиться и за счет мероприятий по совершенствованию технологических процессов на производстве, а также путем замены устаревшего энергоемкого оборудования на современные энергоэффективные образцы.

Общезвестно, что среди наиболее «эмиссионных» секторов промышленного производства выделяется черная металлургия, лидирующая в энергопотреблении. Возможности, например, в России по снижению выбросов CO₂ в черной металлургии оцениваются примерно в 30 млн тонн ежегодно, а это составляет порядка 1,5 % всех выбросов парниковых газов в нашей стране. Более половины данного потенциала (свыше 15 млн тонн CO₂) связано с утилизацией доменного газа, включая и дополнительную выработку из него энергии. Модернизация доменного производства и повышение эффективности управления доменным процессом может дать дополнительно снижение эмиссии порядка 6 млн тонн CO₂. Такой же эффект прогнозируется при переходе с мартеновского производства на кислородно-конверторные печи.



SHK MOSCOW №1 в России

Тематика выставки:

- Отопительное оборудование
- Технологии кондиционирования, вентиляции и охлаждения
- Системы автоматизации и управления зданиями
- Сантехника
- Возобновляемые источники энергии

Главная тема:



ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

В рамках выставки:

14^й Европейский ABOK-ENI симпозиум
«Современное энергоэффективное оборудование для теплоснабжения и климатизации зданий. Технологии зеленых зданий»



20–23 апреля 2010

Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»
Павильон 2 + открытые площадки

www.shk.ru
тел.: (499) 795 27 36

При поддержке:



Официальный журнал выставки:



Генеральные информационные спонсоры:



В сотрудничестве:



Организатор:





пейского союза составляет примерно по одной пятой). Наиболее активно солнечная энергия используется в жилом секторе Японии, где около 5 % семей отдали предпочтение гелиоэлектрификации. Существуют целые поселки (например, в префектуре Сайтама близ Токио) с солнечными батареями на крышах. Они полностью обеспечивают потребности жителей, а избыточная энергия продается муниципалитетам. Конечно, солнечная энергетика — дело будущего даже для Японии, где она обеспечивает лишь около 2 % потребностей страны. К 2030 г. ее доля может увеличиться максимум до 10 %. Но перспектива обозначилась.

Тенденции перехода на альтернативные источники энергии учитывают мировые производители техники и оборудования. Например, компания Grundfos с 2000 г. не только уменьшила собственные энергозатраты на 26 % (в пропорции к товарообороту), но и частично перешла на «чистые» источники. Например, расположенный в США завод площадью почти 30 тыс. м² полностью обеспечивается энергией Солнца. Кроме того, в компании разработаны гелио- и ветровые системы водоснабжения (SQFlex), уже сейчас способные решить проблему обеспечения водой в засушливых районах, где электричества пока нет (например, в субсахарийской Африке или в Центральной Азии).

Таким образом, усилия мирового сообщества в деле охраны окружающей среды создают реальные предпосылки для постепенного восстановления экологического равновесия в природе, нарушенного войнами, бесконтрольной эксплуатацией природных ресурсов, загрязнением вод Мирового океана и атмосферного воздуха. Варварское отношение к природе поставило перед человечеством немало глобальных проблем. Особое место среди них занимает изменение климата на планете, вызванное растущей концентрацией парниковых газов. Их большая часть попадает в атмосферу в процессе производства энергии в результате сжигания огромного количества углеводородного сырья.

Одним из действенных способов сокращения выбросов в атмосферу является снижение потребления всех видов энергии. Среди путей решения этой задачи наиболее эффективны: модернизация производства, массовое внедрение энергосберегающих технологий в энергоемких отраслях и переход на альтернативные источники энергии. ■

В подтверждение сказанного можно привести авторитетное мнение председателя комитета Государственной Думы РФ по экологии Владимира Грачева в отношении Магнитогорского металлургического комбината: «...В Магнитке мы имеем пример применения и перехода производства на новые технологии. Уход от мартенов, переход к электроплавильным печам способны значительно улучшить экологическую ситуацию...».

Не менее актуален другой способ энергосбережения, в основе которого лежит замена устаревшего энергоемкого оборудования на современные энергосберегающие образцы. Так, отечественный опыт свидетельствует о том, что примерно 70 % электроэнергии, потребляемой промышленными предприятиями, приходится на электродвигатели переменного тока. Этим механизмам присущ недостаток, существенно влияющий на экономичность, — постоянная частота вращения, практически не зависящая от нагрузки, в то время как от большей части нагрузочных механизмов (например, центробежные вентиляторы, насосы, компрессоры и пр.) требуется работа в переменном режиме.

Режим работы современного энергоэффективного оборудования, тех же насосов, предусматривает прямое изменение скорости вращения электродвигателя насоса при помощи частотно-регулируемых приводов (ЧРП). При этом ЧРП дает возможность изменять производительность насоса в соответствии с характером нагрузки.

Благодаря подобному столь эффективному решению повышается управляемость электромеханических систем в соответствии с техническими требованиями, а главное — имеется возможность оптимизировать энергопотребление. «За счет установки современных

насосов с частотным регулированием, — комментирует Андрей Макаров, возглавляющий сегмент «Промышленного оборудования» в российском отделении компании Grundfos, — можно добиться значительного снижения энергопотребления. Например, на Борском стекольном заводе, после модернизации котельной с заменой старых насосов на энергоэффективные установки Hydro с частотной регулировкой, энергозатраты упали в два с половиной раза».

Энергия будущего за альтернативной энергетикой

Существенный вклад в дело охраны окружающей среды может внести альтернативная энергетика, не связанная с использованием углеводородного сырья. И хотя энергия, полученная от возобновляемых альтернативных источников, в два-пять раз дороже полученной за счет сжигания углеводородов, целый ряд стран отдадут предпочтение именно ей. Так, Швеция к 2020 г. планирует полностью перейти на возобновляемые источники энергии. Исландия откажется от органических источников и перейдет на альтернативные и возобновляемые источники к 2050 г. Бразилия через несколько лет планирует перевести 90 % всего транспорта на этанол, который получает из сахарного тростника. Альтернативная энергия Великобритании — энергия ветра и волн. Лидерами же в использовании ветроэнергетики можно назвать Германию и Испанию. Что касается США, то они планируют развивать ветровую и солнечную энергетику.

Япония отдает предпочтение солнечной энергии. В настоящее время на долю этой страны приходится около половины мощности всех существующих в мире генераторов, которые используют солнечный свет (доля США и Евро-

Международный водный форум **ЭКВАТЭК** 2010

1-4 июня 2010 г.
Москва
МВЦ «Крокус Экспо»

Тел/факс: +7 (495) 225 59 86, 782 10 13
E-mail: ecwatech@sibico.com

Водный форум №1
в России, СНГ
и Восточной Европе

www.ecwatech.ru

Международная выставка и конгресс «Вода: экология и технология» **ЭКВАТЕК-2010**
ecwatech@sibico.com www.ecwatech.ru

Конференция Международной водной ассоциации «Водоподготовка и очистка сточных вод населенных пунктов в XXI веке: технологии, проектные решения, эксплуатация станций»
iwaconference@sibico.com www.iwaconference.ru

Международная выставка и конференция по бестраншейным технологиям **NO-DIG Москва**
nodig@sibico.com www.nodig-moscow.ru

Международная выставка и конференции «Трубопроводные системы коммунальной инфраструктуры: строительство, диагностика, ремонт и эксплуатация» **СитиПайп-2010**
citypipe@sibico.com www.citypipe.ru

Реклама.



КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ **BOILERS AND BURNERS**

VIII

МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА
ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ



ufi
Approved
Event

Международный Форум:
«Реализация программ энергосбережения
и повышения энергоэффективности»

25-28 мая

Санкт-Петербург '10

Петербургский СКК, пр. Ю. Гагарина, 8
т./ф.: +7 (812) 777-04-07, +7 (812) 718-35-37
<http://www.farexpo.ru>, e-mail: gas2@orticon.com

Организаторы:



Генеральный информационный партнер:



Реклама.

Информационные партнеры:





РЕДАКЦИОННАЯ ПОДПИСКА 2010



«С.О.К.» утоляет жажду
профессиональной информации!

Уважаемые читатели!

Предлагаем Вам оформить подписку на журнал «С.О.К.» на апрель–декабрь 2010 года (9 месяцев)

Мы своевременно обеспечим Вас качественной и нужной информацией.

Журнал распространяется только по подписке.

Стоимость подписки на 10 номеров 2010 года: 1980 рублей.

Юридическим лицам необходимо для получения счета на подписку отправить письмо-заявку на e-mail: media@mediatechnology.ru

(укажите реквизиты компании, контактные телефоны, ФИО контактного лица)

По возникшим вопросам обращайтесь в Издательский Дом «Медиа Технолоджи» по тел.: (499) 135-78-28, 135-98-30, 135-99-22

Извещение

Получатель: ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»
ИНН 7736213025

р/с 40702810500000270959

в АКБ «РОСЕВРОБАНК» (ОАО) г. Москва

к/с 30101810800000000777

БИК 044585777

Платательщик (ФИО)

Адрес (с индексом)

Кассир

Назначение платежа

сумма

Подписка на журнал «С.О.К.» —
«Сантехника. Отопление. Кондиционирование»
на 2010 год (№№ 4–12 АПРЕЛЬ–ДЕКАБРЬ)

1782 руб. 00 коп.

Подпись платательщика

Квитанция

Получатель: ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»
ИНН 7736213025

р/с 40702810500000270959

в АКБ «РОСЕВРОБАНК» (ОАО) г. Москва

к/с 30101810800000000777

БИК 044585777

Платательщик (ФИО)

Адрес (с индексом)

Кассир

Назначение платежа

сумма

Подписка на журнал «С.О.К.» —
«Сантехника. Отопление. Кондиционирование»
на 2010 год (№№ 4–12 АПРЕЛЬ–ДЕКАБРЬ)

1782 руб. 00 коп.

Подпись платательщика

ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ

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 «Издательский дом
«Медиа Технолоджи»
соответствующую сумму.
Для этого используйте уже
заполненный прилагаемый бланк.

Внимание! Правильно и полностью
укажите адрес доставки журнала.



Здесь есть Grundfos, а значит, всегда есть тепло

На вверенном вам участке все будет работать без сбоев. Центробежные насосы TP, TPE от Grundfos не подведут в любой внештатной ситуации. Энергоэффективный двигатель, высокий КПД, низкое энергопотребление делают насосы Grundfos неподражаемо надежными! Насос TPE оснащен защитой от скачков напряжения и может обеспечивать высокую работоспособность при низких напряжениях. Высокая эффективность и сверхнадежность — достоинства всех насосов и систем Grundfos остаются непревзойденными.

Grundfos. Технология свободы.

Центральные региональные представительства:

Москва (495) 737-3000	Екатеринбург (343) 365-9194	Новосибирск (383) 249-2222	Минск 8 10 (375 17) 233-9765
Санкт-Петербург (812) 633-3545	Самара (846) 977-0001	Ростов-на-Дону (863) 299-4184	

www.grundfos.ru

Насосы
TP, TPE



ГАЗОВЫЕ КОТЛЫ **termet**

НОВИНКА 2010

- широкий диапазон модуляции мощности
- полная автодиагностика режимов работы
- универсальность комплектующих частей
- индикация параметров на ЖК-дисплее
- высокая производительность ГВС
- компактные габаритные размеры
- удобство монтажа и обслуживания
- погодозависимая автоматика
- надежная система защиты
- стильный дизайн



На правах рекламы.

Официальный дистрибьютор

AYAKS TRADE

Россия, 129347, Москва, ул. Холмогорская, д. 8, корп. 2.
Тел.: +7 (495) 22-999-22, +7 (495) 925-05-02, Факс: +7 (499) 188-93-74
www.ayaks-td.ru e-mail: mail@ayaks.ru