



Читайте  
в номере:

**12** **0** качестве питьевой  
и технической  
воды



**54** **Утилизация** тепла  
охлаждающих  
жидкостей

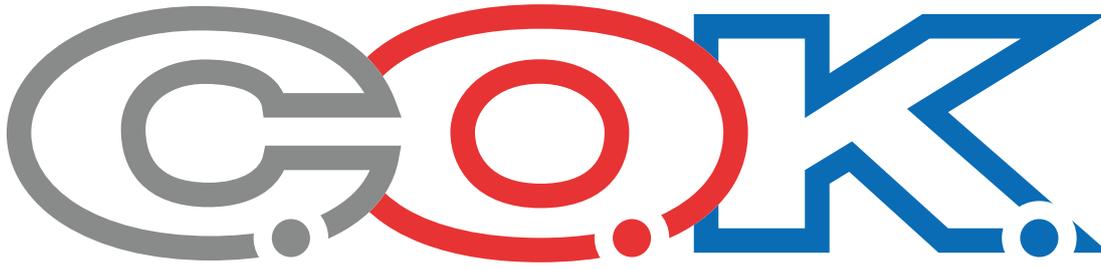
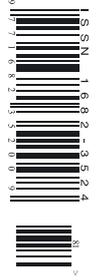


**91** **Энергосберегающие**  
методы охлаждения  
помещений



**108** **Энергоэффективная**  
Сибирь: первые  
итоги

**№2 февраль 2012**



САНТЕХНИКА

ОТОПЛЕНИЕ

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ  
ЖУРНАЛ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

# Midea

На правах рекламы.



Эксклюзивный дистрибьютор  
климатической техники  
Midea в России

# Camfil Farr — энергоэффективные решения для создания оптимального микроклимата



30/30



Hi-Flo XLT



Citycarb



City-Flo



Opakfil Green



Компания Camfil Farr стала лауреатом ежегодной национальной премии "Берегите энергию" 2011 в номинации "Технология года".

**camfil**  
**FARR**

CLEAN AIR SOLUTIONS

Филиал АО «Камфил Интернэшнл АБ»  
119034, Москва, ул. Пречистенка 40/2, стр.1, 2 подъезд, 5 этаж  
Тел: +7(495) 7853771, +7(495) 7853991  
Факс: +7(495) 7853781  
Эл. почта: mail@camfilfarr.ru  
www.camfilfarr.ru



## С НАМИ ВЫГОДНО!

Вступайте в клуб **MHI Project-Club**, регистрируйте свои проекты, в которые Вы закладываете климатическое оборудование MHI промышленного назначения, копите баллы и получайте призы или гонорар\*.

### ВОЗМОЖНОСТИ УЧАСТНИКОВ КЛУБА MHI PROJECT-CLUB:

#### 1. ПРИЗЫ

За каждый реализованный проект, выполненный на базе климатического оборудования MHI промышленного назначения, участник клуба получает баллы, которые в конце года может обменять на призы (ноутбуки, планшеты, смартфоны).

#### 2. ГОНОРАР

Юридическому лицу за накопленные баллы может быть бесплатно предоставлено любое оборудование (кондиционеры) MHI, поставляемое компанией «Биоконд», также по желанию проектной организации денежный эквивалент данного оборудования может быть фактически выплачен проектной организации или учтен при дальнейших взаиморасчетах.

#### 3. БЕСПЛАТНОЕ ОБУЧЕНИЕ

Участники клуба получают право на бесплатное участие в семинарах «Биоконда» по проектированию, включающих презентацию новинок климатического рынка и актуальных инженерных решений.

Регистрируйтесь на сайте [www.mhi-russia.ru](http://www.mhi-russia.ru) (раздел ДЛЯ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ).

Вступайте в MHI Project-Club!

**WWW.MHI-RUSSIA.RU**



официальный дистрибьютор климатических систем Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. в РФ

\* Денежный гонорар за проект на оборудовании MHI может получить только юридическое лицо. Частное лицо накопленные баллы может обменять на призы. Участие и последующее получение призов в клубе MHI Project-Club сохраняет все оговоренные ранее условия вознаграждений и бонусов за осуществление проектов на оборудовании MHI, достигнутые между Вами и дистрибьютором оборудования.



### [Санация ветхих подземных трубопроводов](#)

Большинство подземных трубопроводов водоснабжения и водоотведения находится в ветхом состоянии, характеризуются различными видами повреждений и требуют срочной санации. Для производства работ при реконструкции ветхих трубопроводов с использованием технологии Compact Slimliner требуется мало места — необходимо заранее разрабатывать лишь входной и приемный котлованы.

18



### [Подомовое отопление как объективная реальность](#)

Эффективность использования теплоты газа при подомовом отоплении составляет 85%, но наша страна всегда шла «своим путем». На сегодняшний день уже и Россия имеет пятнадцатилетнюю практику применения автономного подомового отопления. Эта практика принесла свои результаты — и, в первую очередь, это опыт работы на всех этапах жизненного цикла котельной.

36



### [Дифосфаты для очистки промышленных сточных вод](#)

Значительную массу загрязняющих веществ в окружающую среду в виде токсичных ионов тяжелых металлов вносят металлообрабатывающая промышленность и гальваническое производство, которое экологически опасно и требует постоянного совершенствования существующих и разработки новых эффективных и более экономичных методов очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

26



### [Экономия тепловой энергии на теплоснабжение зданий](#)

Необходимость рационального использования топливно-энергетических ресурсов вызвана прежде всего тем, что большая часть территории РФ относится к первому климатическому району, отличающемуся суровой и продолжительной зимой (продолжительность отопительного периода в среднем — более 60% годового времени, а температура воздуха наиболее холодной пятидневки около  $-30^{\circ}\text{C}$ ).

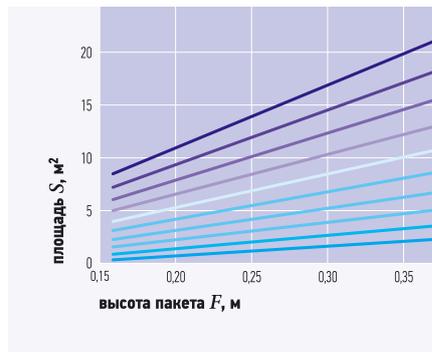
50



### [Расчет местных сопротивлений в системах вентиляции](#)

При движении воздушного потока в системах вентиляции и кондиционирования воздуха (В и КВ), кроме потерь давления на трение, большую роль играют потери на местных сопротивлениях — фасонных частях воздухопроводов, воздухораспределителях и сетевом оборудовании. Наибольшую сложность при этом чаще всего вызывает поиск КМС для тройников или узлов ответвлений.

68



### [Утилизация теплоты в перекрестноточных пластинчатых рекуператорах](#)

Расчет данных теплообменников обычно проводится с использованием укрупненных показателей инженерными методами, в основе которых лежат упрощенные схемы теплоассоциации. Ряд грубых схематизаций реальных процессов ведет к неточностям при расчетах и значительно ограничивает возможности проектанта по совершенствованию параметров.

75

## Новости

4

## Сантехника

<a href="#">О качестве питьевой и технической воды</a>	12
<a href="#">Трубы в пенополиуретановой изоляции</a>	15
<a href="#">К качественной санации ветхих подземных трубопроводов</a>	18
<a href="#">Дифосфаты для очистки промышленных сточных вод</a>	26
<a href="#">Современная водоподготовка для бассейнов</a>	30
<a href="#">Свежее решение от Geberit</a>	34

## Отопление

<a href="#">Подомовое отопление как объективная реальность</a>	36
<a href="#">Современные технологии нагрева и охлаждения воды</a>	38
<a href="#">Снижение шума индивидуального теплового пункта</a>	44
<a href="#">Экономия тепловой энергии на теплоснабжение зданий</a>	50
<a href="#">Утилизация тепла охлаждающих жидкостей</a>	54
<a href="#">Обогрев помещений с помощью электрических конвекторов</a>	57
<a href="#">Утилизация теплоты выбросного воздуха</a>	60

## Кондиционирование

<a href="#">Расчет местных сопротивлений в системах вентиляции</a>	68
<a href="#">Обновление модельного ряда General</a>	72
<a href="#">Утилизация теплоты в перекрестноточных пластинчатых рекуператорах</a>	75
<a href="#">Как избежать ненужных трат при замене VRF?</a>	84
<a href="#">Климат под маркой «Конвек»</a>	86
<a href="#">LG Electronics: подводим итоги 2011 года</a>	88
<a href="#">Энергосберегающие методы охлаждения помещений</a>	91
<a href="#">Нестандартные решения для вашего дома от MDV</a>	98
<a href="#">Высокоэффективные решения от Trane</a>	102

## Энергосбережение

<a href="#">О снижении энергопотребления в группе зданий</a>	104
<a href="#">Энергоэффективная Сибирь: первые итоги</a>	108

## Выставки

<a href="#">«Тепловент» объединит лидеров водоснабжения и климатической техники!</a>	110
--	-----

## Компании, упомянутые в номере

«АЯК» 72, 98 «Биоконд» 84, «Данфосс» 108, «Стройпроект-М.О.» 30, Common Ground 38, Geberit 34, LG Electronics 88, Trane 102, ГУП «МосводоканалНИИпроект» 18, ГУП «НИИ Мосстрой» 18, ЗАО «Прикладные теплотехнологии» 36, МГУП «Мосводоканал» 18, МГУПС 12, ООО «Вента» 91, ООО «Конвек» 86, ООО «Прогресс» 18, ООО «Теплообмен» 54

## Список рекламодателей номера

Belimo, Broen, Camfil Farr, Cherbrooke, Craft, Daichi, Danfoss, Geacomini, Geberit, General, Goetze Armaturen, Grundfos, LG, MDV, Mitsubishi, Rbm, Testo, Zota, «Атлантис Термогрупп», «Благовест», «Виватекс», «Конвек», УГКМ ОЦМ, «Хогарт», «Эван»

## Контур безопасности Viega SC-Contur

Неопрессованные по недосмотру соединения влекут за собой высокий риск. Поэтому компания Viega расширила пресс-технологию решающим фактором надежности: Viega SC-Contur. Это как быстрый монтаж, так и гарантированная безопасность.

При разработке пресс-технологии фирма Viega продумала все детали, даже то, что при монтаже одно из соединений может по недосмотру остаться неопрессованным. Пресс-фитинги Viega оснащены запатентованным Viega контуром безопасности SC-Contur, что отмечено цветной маркировкой на гребнях пресс-фитингов. SC-Contur обеспечивает немедленное обнаружение неопрессованных по недосмотру соединений: при наполнении системы в результате протечки, неопрессованные соединения становятся видны.



## Danfoss «покорил» высоту в 828 м

Эксперимент эксплуатации Danfoss в самом высоком здании на Земле признан успешным. 4 января 2012 г. прошло два года с открытия небоскреба Бурдж-Халиф — самого высокого здания на земле (828 м). Подводя первые итоги эксплуатации инженерных систем небоскреба, специалисты концерна Danfoss A/S признали успешным работу своего оборудования, несмотря на сложность технического решения и экстремальную высоту. Оборудование Danfoss стало первым в мире, применяемым в постройке такой высотности. При создании инженерных систем использовано 762 автоматических балансировочных клапана АВ-QM с приводами АМЕ, обеспечивающие балансировку и распределение теплоносителя в системах тепло- и холодоснабжения небоскреба.

## Компания «Бош Термотехника»

### Котлы Buderus Logano plus SB745

Компания «Бош Термотехника» представляет на российском рынке линейку газовых конденсационных котлов Logano plus SB745 в новом дизайне, которые пришли на смену Logano plus SB735. Модельный ряд конденсационных котлов Logano plus SB745 представлен в трех типоразмерах мощностью 800, 1000 и 1200 кВт. Высокий КПД (до 109%) в режиме конденсации достигается благодаря встроенному термогидравлическому разделителю обратных линий отопительных контуров с разными температурными потенциалами.

Теплообменник котла изготовлен из высококачественной нержавеющей стали, благодаря которой уменьшается восприимчивость к качеству воды. Нагревательная поверхность Kondens обеспечивает высокую степень теплопередачи и повышает эффективность конденсации. Конструкция топочного пространства со сплошным горением и малый тепловым напряжением в сочетании



с низкоэмиссионной горелкой Logano plus SB745 значительно снижает количество вредных выбросов в атмосферу. Специальные звукопоглощающие каналы прохода отопительных газов существенно снижают уровень шума работы котла.

## Grundfos

### Энергетический аудит Grundfos признан официальным

В конце декабря 2011 г. российское представительство компании Grundfos, ведущего мирового производителя насосного оборудования, получило официальные документы, подтверждающие право на осуществление работ в области энергетического аудита инженерных систем зданий и сооружений. Это дало возможность анализировать энергоэффективность насосных систем на предприятиях с выдачей официального заключения.

Свидетельство на проведение энергоаудита выдано саморегулируемой орга-



низацией в области энергетического обследования НП «Международный центр энергоэффективности, энергобезопасности и возобновляемых источников энергии». Grundfos является членом этой организации с конца 2011 г.

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



## Новинка от LG Electronics

Компания LG Electronics (LG) представила свою мультизональную систему кондиционирования (VRF) MULTI V III. LG уверена, что с MULTI V III, флагманским продуктом линейки 2012 г., компания сможет укрепить свои позиции в качестве ведущего поставщика климатического оборудования на рынок США.

Из ряда функциональных возможностей MULTI V III, прежде всего, выделяются его экологические качества. Исключительная энергоэффективность данного оборудования официально признана Институтом систем отопления, охлаждения и кондиционирования воздуха (AHRI), данные которого широко используются регулирующими органами для точной и непредвзятой оценки продуктов HVAC.

Возможность сокращения потребления электроэнергии на 14% принесла MULTI V III впечатляющие 21,8 балла в рейтинге IEER. MULTI V III — экологически чистый продукт и в другом отношении: это первая система в отрасли HVAC, получившая сертификат CarbonFree (ARUN072DT3) от Carbonfund.org. В системе MULTI V III полная длина трубопроводов может достигать 1000 м, максимальная длина трубопровода между внутренним и внешним блоком увеличена до 220 м, а перепад высоты между ними — до 110 м. При повышенной длине трубопровода производительность системы практически не снижается по сравнению со стандартной длиной трубопровода, что происходит благодаря специальному запрограммированному алгоритму управления.



Фото компании-производителя или www.worldwallpaper.com.



## Умный дом вместе с Trane

Система Schlage Link, расширяющая возможности интеллектуальной автоматики Nexia Home Intelligence получила обновление. Nexia позволяет пользователям удаленно управлять возможностями и функциями своего дома, включая дверные замки, обогрев и охлаждение, видеонаблюдение, освещение, и потребление энергии с помощью любого компьютера, подключенного к сети Интернет, а также большинства смартфонов. Домовладельцы могут активировать обогрев с помощью контроллера ComfortLink II, открыть замок на входной двери с помощью Schlage Locks, и включить освещение, даже находясь вдали от дома. Они также могут получить текстовое оповещение, когда их дети возвращаются из школы домой, приходит и уходит домработница или строитель завершил ремонтные работы.

Функции, доступные абонентам, включают возможность хранения видео, которая позволяет домовладельцам осуществлять запись в реальном времени в их доме, поиск записи по заданным параметрам, и работает с существующей камерой Schlage. Не требуется дополнительного оборудования, эта функция включена в стандартную комплектацию устройства. Датчик сканирования окон и дверей может быть активирован в течение ночных часов для дополнительной безопасности. Эти встроенные датчики системы определяют, является ли дверь или окно открытой или закрытой.

Новый дизайн пользовательского интерфейса имеет легкую в понимании панель управления и понятную навигацию. Специальное приложение доступно также для планшетов Android.

## SpiroTrap MB3

Основываясь на успехе продукции SpiroTrap MB2 и благодаря многим восторженным отзывам в этой области, компания Spirotech разработала ряд революционных улучшений. Результатом этой работы стала совершенно новая концепция. Наиболее ярким новшеством является съемный магнит на внешней части сепаратора шлама. Он содержит уникальную технологию усиления магнитного поля. К тому же, объем сборника шлама был увеличен.



Система SpiroTrap MB3 имеет уникальную двойную систему очистки; элемент спиро-трубка и съемный внешний магнит. То есть как магнитные, так и немагнитные частицы в системе непрерывно отфильтровываются. Собранный шлам может отфильтровываться во время того, как система работает. Это значительно экономит время и является преимуществом перед другими фильтрами. Пока открыт сливной клапан, собранный шлам быстро и эффективно удаляется. Данное действие, а именно открытие и закрытие сливного клапана, занимает всего несколько секунд. Преимущества сепаратора шлама SpiroTrap MB3: внешний магнит с настраиваемой технологией усиления магнитного поля; двойное действие удаляет как магнитные, так немагнитные частицы шлама (от 5 мкм); подходит для вертикальных, горизонтальных и даже диагональных трубопроводов; упрощенный и быстрый монтаж; для удаления шлама не требуется останавливать систему; техническое обслуживание занимает всего несколько секунд; отсутствие ненужных отключений; 20 лет заводской гарантии.

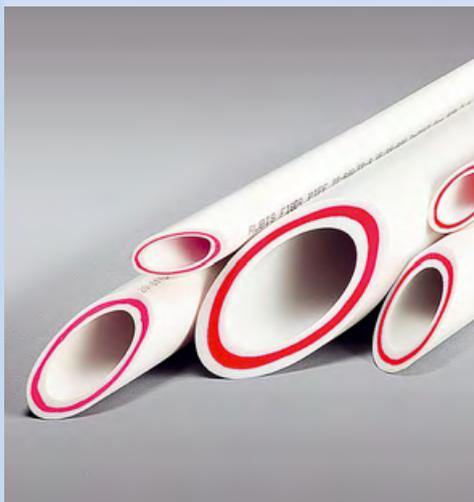
ООО «Главобъект М»  
119501, Москва, ул. Нежинская, д. 9  
Тел. 8 (495) 956-22-20  
E-mail: info@glavobjekt.ru  
www.glavobjekt.ru

«Эгопласт»

## Трубы Pro Aqua теперь еще надежнее

Зачастую эти изменения сложно заметить невооруженным взглядом, однако системы, производимые компанией «Эгопласт», становятся надежнее и современнее. На этот раз обновлению подверглись трубы Pro Aqua, они стали еще более надежными и долговечными.

Отныне трубы Pro Aqua выпускаются из PPR-100, а не из PPR-80, как было ранее. Это положительно сказалось на долговечности продукции: теперь трубы еще лучше выдерживают высокую температуру. Стоит отметить, что при этом «Эгопласт»



принял решение не уменьшать толщину стенки трубы, сохранив стандартный размер проходного сечения. Также это никак не сказалось на технологии монтажа — сваривать такие трубы так же легко и просто. Более того, можно сваривать между собой трубы из PPR-80 и PPR-100. Ключевой выигрыш от смены исходного материала PPR-80 на PPR-100 — увеличение ресурса труб и большая стойкость к высоким температурам и давлению. Между тем, некоторые производители спешат уменьшить толщину труб, что негативно сказывается на качестве товара: надежность таких труб существенно ниже, чем у труб в соответствии с ГОСТом. В частности, более тонкие трубы плохо переносят перепады давления и температуры, это может привести к их разрыву.



Альтернативная энергетика

## Солнечная электростанция в Крыму

Австрийская компания Aktiv Solar ввела в эксплуатацию солнечную электростанцию Перово суммарной мощностью 100 МВт, которая расположена на украинском полуострове Крым. По заявлению компании, штаб-квартира которой расположена в Вене, этот солнечный парк стал третьим масштабным проектом. Весной 2011 г. австрийцы реализовали проект мощностью 7,5 МВт в Родниково, а осенью был завершен проект мощностью 80 МВт в Охотниково (также в Крыму). Электростанция Перово является одной из крупнейших солнечных электростанций в мире, как утверждает Aktiv Solar. В общей сложности было использовано 440 тыс. кристаллических модулей и более 1500 км кабеля. Во времена пикового спроса станция может полностью покрывать потребности в энергии крымской столицы Симферополя. Общая продолжительность строительства, состоящего из пяти очередей, составило семь месяцев. Компании из Украины принимали участие в строительных работах. Основные компоненты пришли от европейских и азиатских поставщиков.



LG Electronics

## Кондиционер премиум-класса серии Prestige

Компания LG Electronics объявляет о начале поставок в Россию новых инверторных моделей бытовых кондиционеров премиум-класса серии Prestige. Флагманская модель Prestige Inverter V находится на пике технологических разработок в сфере кондиционирования воздуха, сочетая в себе: новейшую усовершенствованную систему фильтрации воздуха, которая помогает заботиться о здоровье; невероятно низкий уровень шума 17 дБ(А); значительно улучшенные показатели энергоэффективности; стильный дизайн и фактуру внутреннего блока с выдвигаемой передней панелью.



Prestige Inverter V оснащен новейшей технологией очистки воздуха Plasmaster, представляющей собой очередную ступень эволюции уже известного на рынке фильтра Plasma, изучению и совершенствованию которого компания LG Electronics посветила много лет. Благодаря успешному применению этой технологии, компания LG Electronics предлагает ряд инновационных функций для заботы о здоровье в своем новом кондиционере.

Альтернативная энергетика

## Конкурс энергопроектов «Сколково»

Фонд «Сколково» и ряд российских энергокомпаний — ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «Холдинг МРСК» и ОАО «РусГидро» — начинают конкурс научно-исследовательских работ, направленных на повышение энергоэффективности в электросетях, сообщает пресс-служба фонда. «Целью конкурса является интенсификация поиска новых энергоэффективных технологий, направленных на повышение эффективности основных и вспомогательных процессов в энергосетевом хозяйстве, проработка возможностей по реализации данных технологий в производственной деятельности для их масштабного применения», — говорится в сообщении.

Фото компании-производителя или www.worldwallpaper.com.

Ridgid

## Новое решение проблем с засорами



Проблема засоров трубопроводов — головная боль администраторов не только больших заводов, промышленных предприятий, гостиниц, ресторанов (канализация, водостоки), но и малого бизнеса, а также обычных жильцов ЖКХ, которые сталкиваются с подобными ситуациями гораздо чаще, чем хотелось бы. Засоры

в кухонных помещениях и ванных комнатах довольно часто отнимают наше время и требуют немалых финансовых затрат. Компания Ridgid, производитель высококачественного профессионального инструмента и оборудования, предлагает новые решения старых проблем с помощью прочистной машины барабанного типа К-45 с автоподачей, предназначенной для прочистки трубопроводов небольшого диаметра (от 30 до 75 мм), весом всего 6,5 кг. Новейшая система автоподачи позволит произвести прочистные работы эффективнее, чище и быстрее. Вам больше не придется держать руки на спирали. К-45 позволяет с легкостью проходить через засоры и полностью отчищать трубопровод. Внутренний барабан предотвращает протекание грязи, что обеспечивает чистоту рабочего места.

Kessel

## Воронка Kessel с электроподогревом



Компания Kessel является одним из локомотивов мировой индустрии инженерных систем. Инженеры этой компании регулярно создают новинки, которые не имеют аналогов у конкурентов. Причем инновации Kessel касаются не только конструкции товаров, но и материалов, из которые они изготовлены. Очередная новинка от компании — материал Escoguss, из которого выполнено новое поколение кровельных заслонок с электроподогревом. Данный материал отличается термостойкостью (можно использовать с горячим асфальтом или битумом) и устойчивостью к ультрафиолету, что обеспечивает беспрецедентную долговечность. Кроме того, Escoguss мало весит, а также не подвержен коррозии — он сочетает лучшие качества из мира пластика и металла. «Эгопласт» пристально следит за новинками Kessel, регулярно добавляя их в свой каталог. Вот и на этот раз кровельная воронка с электроподогревом из революционного материала Escoguss уже доступна для заказа у менеджеров компании.

Кроме того, Escoguss мало весит, а также не подвержен коррозии — он сочетает лучшие качества из мира пластика и металла. «Эгопласт» пристально следит за новинками Kessel, регулярно добавляя их в свой каталог. Вот и на этот раз кровельная воронка с электроподогревом из революционного материала Escoguss уже доступна для заказа у менеджеров компании.

## Новый проект завода «Арктос»

Завод «Арктос» успешно реализовал проект по разработке и внедрению уникального воздушораспределителя для системы вентиляции и кондиционирования Таврического дворца — выдающегося произведения русского классицизма конца XVIII века.

Перед специалистами завода «Арктос» была поставлена задача: спроектировать устройство, надежно обеспечивающее заданные параметры микроклимата в выставочных залах дворца — для сохранности произведений искусства и памятников мировой культуры и созданию комфортных условий для посетителей. Инженеры «Арктос», обладая богатым опытом и высоким производственным потенциалом для решения нестандартных задач по индивидуальным требованиям заказчика, разработали уникальные воздушораспределители, предназначенные для подачи слабонеизотермического воздуха непосредственно в рабочую зону помещения с малой скоростью и малым температурным перепадом. При таком способе подачи воздуха музейные экспонаты, расположенные вблизи стен или на стенах, оказываются в атмосфере чистого воздуха с требуемыми параметрами, а у находящихся в непосредственной близости от воздушораспределителей посетители не создается неприятного ощущения «сквозняка».

ZOTA®

GSM-МОДУЛЬ

ZOTA  
GSM



МОДЕЛЬНЫЙ РЯД  
2012!



**КОТЕЛЬНОЕ**  
**В ВАШЕМ**  
**КАРМАНЕ**

«ЗАВОД ОТОПИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИКИ»

Красноярск, ул. Калинина, 53А  
(391) 247-77-77, 247-78-88, 247-79-99

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

Компания KAN

## Пресс-фитинги нового поколения

Компания KAN выпустила на европейский и российский рынки уникальную продукцию — соединительные пресс-фитинги KAN-therm Press LBP. Основное их преимущество — это универсальность их применения, т.к. соединители KAN-therm Press LBP могут соединять как многослойные (металлопластиковые) трубы, так и трубы PE-Xc и PE-RT, причем даже внутри одной системы. Элементы соединителей системы KAN-therm Press LBP состоят из корпуса соединителя, пресс-кольца из нержавеющей стали с контрольными отверстиями, уплотнения типа O-Ring EPDM и дистанционного кольца из цветной пластмассы. Дистанционные полимерные кольца из цветной пластмассы дают возможность идентификации пресс-фитингов KAN-therm Press LBP.



## Центр проектирования Rockwool

Компания Rockwool объявляет об открытии собственного Центра проектирования, проводящего расчеты и адаптацию проектов при достижении оптимальных характеристик здания по огнезащитным характеристикам, тепло- и звукозащите. По результатам расчетов заказчики получают рекомендации, как сделать здания более энергоэффективными, безопасными и комфортными. Новая услуга бесплатна и позволит существенно сэкономить время клиентам компании — проектировщикам, архитекторам, строителям. Основная задача Центра проектирования Rockwool способствовать росту энергоэффективности. Среди основных преимуществ Центра проектирования Rockwool — обширный международный опыт компании, опыт реализованных российских проектов; наличие в Центре собственных высококвалифицированных инженеров-проектировщиков.

Альтернативная энергетика

## Гелиоэлектростанция в форме подсолнуха



Исследователи из Массачусетского технологического института MIT в США и Рейнско-Вестфальского технического университета Ахена RWTH в Германии разработали новый дизайн площадки с солнечными батареями, позволяющий уменьшить количество гелиостатов — приборов для поворота зеркал. Новый дизайн предполагает расположение зеркал по схеме, похожей на цветок подсолнечника. С помощью этой модели, говорят исследователи, площадь земли, используемой для размещения солнечных батарей, может быть уменьшена на 20%, потому что данная схема отличается большой компактностью. «Гелиоконцентраторы требуют огромных площадей для размещения», — говорит Александр Мицос (Alexander Mitsos), доцент Rockwell International. — Если мы говорим о получении электроэнергии на сто процентов или даже десять процентов из

возобновляемых источников энергии, нам потребуются огромные площади, так что лучше использовать их эффективно».

Согласно проекту, зеркала должны располагаться концентрическими кругами в шахматном порядке, что позволяет свести к минимуму затенение между ними. Это похоже на цветы подсолнуха, которые располагаются по спиралевидной модели, известной как спираль Ферма, появляющаяся в том или ином виде во многих природных объектах. Каждый цветок наклонен под углом 137° по отношению к своим соседям. Потенциал экономии у этого механизма достаточно велик, т.к. поля с солнечными концентраторами являются одним из самых дорогих составляющих гелиоэнергетики. Их стоимость оценивается как примерно 30% от общего объема инвестиций в электростанцию.



Bosch Group

## Bosch назван лидером промышленного сектора

Согласно исследованию Imageprofile'2012, проведенному европейским деловым журналом Manager Magazin, компания Bosch была названа лидером промышленного сектора. Кроме того, в общем рейтинге самых престижных компаний Bosch смог подняться на пятое место. В 2008 г. компания присутствовала в этом рейтинге под номером одиннадцать. Особенно хорошие отзывы компания получила в категориях финансовой стабильности и инновационности. В категории «устойчивость» Bosch был признан лучшей компанией. «Мы рады столь высокой оценке и счастливы оказаться в рейтинге наиболее уважаемых промышленных компаний в пятерке лучших. Результаты показывают, что ценности, которыми мы живем в компании, постоянно оказывают положительное влияние и на наш внешний имидж», — сказал Франц Ференбах, председатель правления группы Bosch.



Журнал Manager Magazin в 16-й раз определяет репутации крупнейших немецких компаний. Исследование 2012 г. включает в себя 170 компаний из десяти отраслей. Было опрошено 4050 руководителей первого и второго уровня этих компаний. Более подробная информация доступна в Интернете по адресу [www.manager-magazin.de](http://www.manager-magazin.de) (на немецком языке).

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

Grundfos

## Три шага к экономии

С января 2012 г. компания Grundfos, ведущий мировой производитель насосного оборудования, предлагает российским потребителям усовершенствованный циркуляционный насос для систем горячего водоснабжения Grundfos Comfort. Насос оснащен уникальной системой AUTOadapt. Это решение позволило добиться сокращения объемов потребляемой воды, уменьшить потери ее температуры на 48% и сэкономить до 96% электроэнергии.



Усовершенствованный насос Comfort PM обеспечивает циркуляцию питьевой воды в индивидуальной системе горячего водоснабжения (ГВС). Благодаря ему горячая вода течет сразу же после того, как открывается кран: отпадает необходимость «сливать» воду. Особенно актуально это для тех домов, где установлены счетчики воды. Конструкция насоса Grundfos Comfort PM также уникальна. Это насос с «мокрым ротором», но благодаря его сферической форме практически невозможна блокировка рабочего колеса вследствие загрязнения насоса содержащимися в воде примесями. Оборудование уже прошло испытания в Европе. Как показали исследования, на работу Comfort PM потребуется всего один-два евро в год.

Фото компании-производителя или www.worldvalve.com.

Альтернативная энергетика

## Рекорд эффективности фотоэлектрического модуля

Компания Semprius, стратегический партнер Siemens с июня 2011 г., смогла установить мировой рекорд по эффективности фотоэлектрического модуля-концентратора HCPV, которая составила 33,9%. Этот результат был зафиксирован после измерения в стандартных условиях испытаний в Институте солнечной энергии (Instituto de Energia Solar, IES) в университете Мадрида (Universidad Politecnica de Madrid). Semprius, со штаб-квартирой в Дареме (штат Северная Каролина, США), занимается разработкой высокоэффективных фотоэлектрических модулей-концентраторов (HCPV). Последние образцы смогли достичь исторического рекорда эффективности для солнечных модулей в 33,9%. В рамках совместного сотрудничества с испанским Институтом фотоэлектрических систем (Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentracion, ISFOC) и Мадридского университета это тестирование было проведено в IES. Впервые фотоэлектрический модуль преобразовал более одной трети энергии солнечного излучения, попадающего на его поверхность, в полезную электроэнергию. В зависимости от конкретного места и характера излучения модули HCPV могут обеспечить выход энергии на квадратный метр вдвое выше, чем обычные поликристаллические модули. Ведущие производители обычных фотоэлектрических модулей фиксируют следующие достижения: максимальная эффективность модуля с монокристаллическими фотоэлементами составляет примерно 20% и около 16% для модуля, изготовленного по поликристаллической технологии.



# BELIMO®

## Запорно-регулирующая арматура с электроприводами для систем ОВиК

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



**Регулирующие  
клапаны,  
независимые  
от давления**

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



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

**Электроприводы  
воздушных клапанов  
для всех случаев  
использования**



## Гарантия 5 лет! Швейцарское качество!

Эксклюзивный  
представитель в России:  
Сервоприводы БЕЛИМО Россия

Москва: +7(495) 6621388  
С-Петербург: +7(812) 3872664  
www.belimo.ru  
info@belimo.ru

На правах рекламы.

## Bosch приобретает производителя инверторов

Группа Bosch планирует приобрести voltwerk electronics GmbH, поставщика электронных компонентов и программного обеспечения для фотоэлектрических элементов из Гамбурга. Стороны договорились не разглашать стоимость покупки. Сделка ожидает одобрения антимонопольных органов. В 2010 г. объем продаж voltwerk electronics GmbH составил около €68 млн. Продукция компании включает в себя различные инверторы для солнечных батарей, соединенных в модули.



По словам доктора Фолькмара Деннера, член правления Bosch, отвечающий за исследования и продвижение техники, с приобретением voltwerk electronics GmbH Bosch сможет прийти на рынок инверторов с широким ассортиментом продукции данного вида от 3 кВт до 1400 кВт.

Инверторы используются везде, где постоянный ток должен быть преобразован в переменный ток. Поскольку возобновляемые источники энергии и электромобили приобретают все большую популярность, инверторы очень важны.

Например, постоянный ток, генерируемый солнечной батареей, должен быть преобразован в переменный ток, прежде чем он может быть передан в сеть. А в электрических транспортных средствах преобразование также необходимо, чтобы электродвигатель мог использовать постоянный ток от аккумулятора. Более того, при аккумуляции энергии торможения и накоплении ее в аккумуляторах опять же требуются инверторы и другая электроника.



Альтернативная энергетика

## В Иркутске создан экономичный солнечный коллектор

Сотрудники Инновационного центра «Энергоэффективность» НИ ИрГТУ разработали экономичный солнечный коллектор, который перерабатывает солнечную энергию в тепло. Об этом сообщает пресс-служба ВУЗа. «В нашем случае с его помощью можно нагревать воду в целях отопления или горячего водоснабжения. Самое главное при этом — не нужно тратить топливо, а солнечная энергия неиссякаема», — пояснил один из разработчиков, аспирант кафедры инженерных коммуникаций и систем жизнеобеспечения Александр Туник.

Туник также рассказал, из чего состоит разработка и в чем заключается принцип его работы. «Корпус выполнен из фанеры, покрытой антикоррозийной мастикой. Поверхность коллектора представляет собой светопрозрачную изоляцию из стекла, под которой находится воспринимающая панель, которую в дальнейшем планируется покрывать селективным напылением для лучшего восприятия солнечных лучей. В корпусе размещены медные трубы, по которым течет теплоноситель (вода или антифриз). Принцип работы основан на конвективном и радиационном теплообмене», — заявил аспирант.



## Решения G.I. Industrial Holding

В Екатеринбурге состоялся первый расширенный семинар по промышленному оборудованию итальянского холдинга G.I. Industrial Holding. Сегодня это одно из ведущих предприятий в мировой индустрии промышленного холода. Выпускает холодильное оборудование для систем кондиционирования под



маркой Clint, оборудование для прецизионного кондиционирования под брендом Montair, вентиляционное оборудование под маркой Novair. Организаторами обучения выступили эксклюзивный дистрибьютор G.I. Industrial Holding на территории России и в странах СНГ — группа компаний «АЯК» и ее региональное представительство «АЯК-Урал».

## Honeywell: результаты финансового года

Концерн Honeywell объявил финансовые итоги IV квартала и полного 2011 года. В четвертом квартале 2011 г. продажи выросли на 8% до \$9,5 млрд против \$8,7 млрд в том же квартале 2010 г. 7%-й органический рост отражает усиление позиций компании на большинстве рынков, успешное внедрение новинок, географическую экспансию. Прибыль в последнем квартале 2011 г. составила \$1,5 млрд, включая \$250 млн взносов в пенсионный фонд.

Что касается итогов всего 2011 г., то объем продаж составил \$36,5 млрд, что является увеличением примерно на 13% по сравнению с 2010 г. 8%-й органический рост продаж также отражает силу компании на рынке конечных потребителей, успешный запуск новых продуктов, а также дальнейшее расширение на рынках с высокой доходностью. В 2011 г. прибыль составила \$2,8 млрд, включая \$1,7 млрд отчислений в пенсионный фонд.

Фото компании-производителя или www.worldpaper.com.

Sanyo Electric Co., Ltd.

## Sanyo переименуют в Panasonic

Sanyo Component Europe GmbH, дочерняя компания Sanyo Electric Co., Ltd., объявила, что с 1 апреля 2012 г. солнечные модули HIT-1, которые получили лестную оценку в Европе за высокую эффективность и надежность, будут производиться под брендом Panasonic вместо Sanyo.

Унификация бренда, под которым выпускается продукция для использования солнечной энергии, является частью более широкой схемы консолидации брендов некоторых потребительских товаров, проводимой в настоящее время Panasonic Group для того, чтобы использовать сильные стороны каждой компании, входящей в группу. Объединение технических возможностей Sanyo в области гелиоэнергетики с широкой глобальной сетью Panasonic позволит укреплять позиции концерна в мировом масштабе. Г-н Шигеки Коматсу, директор подразделения солнечной энергетики Sanyo Component Europe GmbH, прокомментировал: «Смена бренда является частью глобальной страте-



гии, направленной на расширение деятельности Panasonic Group в области солнечной энергии». Sanyo, который отвечает за ключевые области в энергетическом секторе Panasonic Group, стремится объединить защиту окружающей среды и развитие бизнеса, чтобы создать компанию со значительным потенциалом роста, которая сможет реализовать программу Panasonic к столетнему юбилею компании в 2018 г. под названием «Компания номер один в области зеленых технологий и инноваций в электронной промышленности».

## Полимер вместо стали

Полиарилтеркетон Victrex Peek может стать хорошей заменой стали в качестве материала для изготовления компонентов ветряных турбин. Высокая прочность и малый вес материала позволяют уменьшить общий вес турбины до 70%. Это снижает нагрузку на компоненты и сокращает потребление энергии, необходимой для питания турбин. Трибологические характеристики этого термопластика по сравнению с металлами также способствуют сокращению времени простоя из-за отсутствия потребности в смазке.

Victrex Peek может быть использован для создания продуктов, не подверженных коррозии, с высокой температурной устойчивостью, малым весом и высокой прочностью. Полимер Victrex также обладает полезными диэлектрическими свойствами, благодаря которым возможно предотвратить гальваническую коррозию. Он является прекрасным изолятором для генераторов, двигателей и трансформаторов. Полимеры помогают продлить срок службы оборудования, снизить вероятность отказа, улучшить термоустойчивость материала.

# Soler&Palau

представляет

Низкопрофильные вентиляционные установки

# UTBS



Полная техническая информация:  
[www.solerpalau.ru](http://www.solerpalau.ru)

- & Малая высота корпуса;
- & 4 типоразмера;
- & Производительность от 500 м³/ч до 8000 м³/ч;
- & Теплозвукоизоляция толщиной 25 мм;
- & Вентиляторы свободного напора;
- & Фильтры класса G4, F5, F7, F9;
- & Электрический или водяной воздухонагреватель;
- & Водяной или фреоновый воздухоохладитель;
- & Реверсивные теплообменники;
- & Широкий выбор дополнительных принадлежностей;

На правах рекламы.

вентиляция и кондиционирование

# БЛАГОВЕСТ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР S&P

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

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; Белгород: (4722) 40-00-65, 40-00-64;  
Тюмень: (3452) 93-32-33; Волгоград: (8442) 97-24-16;



## О качестве питьевой и технической воды

Качество питьевой и технической воды, ее соответствие санитарно-эпидемиологическим нормам определяется качеством воды в самом источнике водоснабжения и состоянием транспортирующих сетей, степенью их загрязнения продуктами коррозии, песчано-глинистыми и органическими отложениями.

Загрязнения продуктами коррозии способствуют развитию в трубопроводах биопроцессов, росту колоний железистых, сульфо- и сульфат-, нитрозо- и нитратбактерий, водорослей и грибов. Проявлением этого являются: биокоррозия, деполяризация электрохимической коррозии, образование запахов, подкисление воды, загрязнение ее коллоидами, железом и марганцем.

Прохождение указанных процессов обостряется высокой степенью износа трубопроводов (65–70% при критическом износе 30%). Ввиду частых аварийных ситуаций и экстренных мер по их устранению отсутствует достоверная информация о расположении и состоянии трубопроводов. Кроме того, при поэтапной замене (такова реальность) ветхих линейных элементов сетей, когда в системе имеется несколько разношерстных агрегатов, участков и даже стыков, составляющие коррозии и загрязнений при закольцованности сетей будут постоянно переноситься водой на чистые элементы трубопроводов.

Выходом из замкнутого круга может быть реализация комплексного подхода по улучшению качества питьевой и технической воды, включающего в себя:

- проведение диагностики сетей с целью определения их точного расположения и состояния, а также определение при этом участков, исчерпавших свой ресурс и требующих замены;
- замену ремонтнепригодных участков и выбор материалов оптимальных по своим физико-механическим характеристикам для ремонта;
- при необходимости, глубокую очистку питательной воды от железа, марганца, тяжелых металлов, нефтепродуктов, бензола и других примесей;
- антикоррозионную и антиадгезионную обработку поверхностей трубопроводов и оборудования, с созданием длительной антикоррозионной и антиадгезионной защиты.

Именно такой подход реализуется в последнее время на объектах железнодорожного водоснабжения от источника (артезианской скважины, водозабора)



⌘ Фото 1. Георадарная диагностика трубопроводов на станции «Москва-Смоленская»

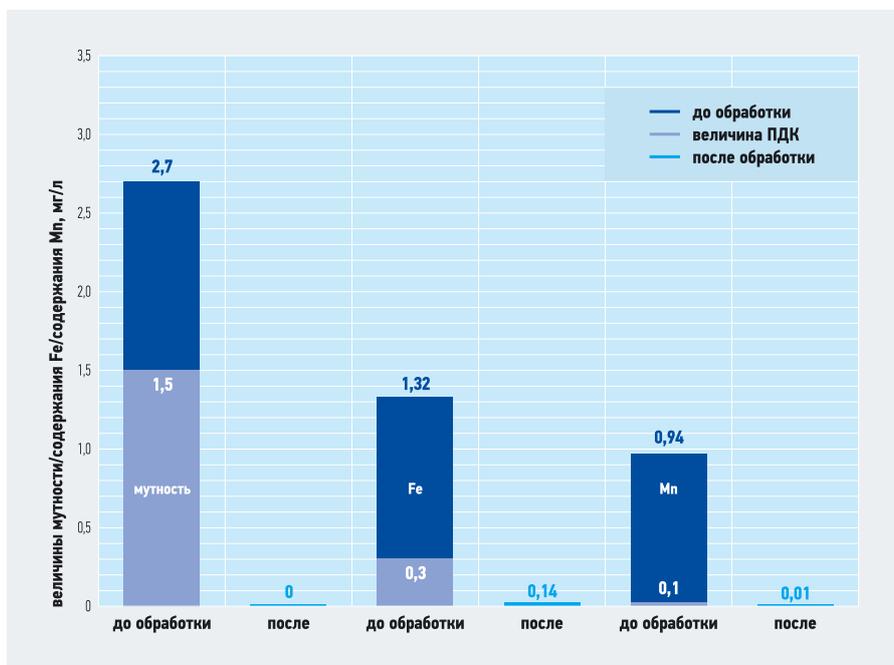


Рис. 1. Анализ химического состава питьевой воды в водопроводах города Болотное до и после обработки «ТермоДАВ»

до систем водоснабжения станций, вокзалов, ремонтных предприятий и пассажирских поездов. При этом возможно, при минимальных затратах, продлить ресурс, в т.ч. и сетей, длительное время находящихся в эксплуатации.

Для целей диагностики состояния и расположения сетей используют георадиолокацию, позволяющую быстро и эффективно в условиях характерной для железнодорожных объектов плотной промышленной и жилой застройки определять местонахождение и состояние сетей (фото 1). По полученным данным определяются ремонтнепригодные участки, требующие замены. При этом, для стабильной работы трубопроводов важен выбор материалов, их пригодность к местным условиям.

Недостатки полимерных труб, при их существенном плюсе — несклонности к коррозии — известны. Это сравнительно небольшой срок службы, ввиду низких физико-механических свойств пластмасс.

По мнению японских специалистов, устойчивому положению стали на рынке конструкционных материалов, в т.ч. для прокладки трубопроводов, способствует тот факт, что стоимость 1 кг материала, отнесенное к единице относительной прочности, составляет 0,9 и 3,3 иены, для стали и пластика соответственно. Следует учитывать и то, что широко рекламируемые пластмассовые трубопроводы не спасают системы от отложений. По имеющимся оценкам, доля стальных и чугунных трубопроводов в наружных системах водо- и теплоснабжения (составляющая на 2000 г. по России около 95%) не упадет в ближайшие 50 лет ниже 75%. При этом, сохранение высокого процента металлических трубопро-

**Обработка систем водоснабжения пассажирских вагонов с применением «ТермоДАВ» позволила значительно улучшить качество воды**

водов связано, в первую очередь, с существенным ростом их антикоррозионных параметров и защиты.

По нашему мнению, лучшим материалом для водонесущих трубопроводов, на настоящий момент, является высокопрочный чугун, обладающий высокими механическими свойствами, близкими к свойствам высокоуглеродистой стали и великолепными антикоррозионными характеристиками. Срок службы таких трубопроводов, без специальных мер защиты составляет 80–100 лет. Именно по этой причине 75% железнодорожных трубопроводов выполнено из чугуна, что и определяет их стойкость и надежность.

Для улучшения качества воды в источниках применяют положительно зарекомендовавшую себя разработку Петербургского государственного университета путей сообщения — технологию получения фильтрующего материала из смеси природных материалов и активирующих добавок — «Активированный алюмосиликатный адсорбент» (ААА).

Механизм удаления из воды загрязнений адсорбентом двухступенчатый. Процессы сорбции вредных примесей в большинстве случаев предшествует химическая реакция в слабощелочной среде ( $8 < pH < 9$ ), создаваемой адсорбентом при фильтровании через него очищаемой воды. В результате коллоидные и растворенные в воде загрязнения преобразуются в нерастворимые соединения, которые в дальнейшем сорбируются на зернах адсорбента. Данный процесс интенсифицирован: поверхность зерен имеет положительный заряд, в то время как частицы загрязнения несут на себе отрицательный потенциал. Таким образом, процесс сорбции осуществляется за счет притягивания разноименно заряженных частиц.

ААА высокоэффективно очищает природные поверхностные воды от цветности, мутности, железа, марганца, сероводорода и других пахнущих органических и минеральных веществ, а также промышленные сточные воды — от ионов тяжелых металлов (шести- и трехвалентный хром, медь, никель, цинк, кадмий, железо и др.) при суммарной их концентрации до 200 мг/л, радиоактивных изотопов, цианидов, нефтепродуктов, сульфатов, хлоридов, фосфатов, красителей, бензола и многих других.

В последний раз испытания адсорбента проводились в конце 2004 г. в ФГУ «Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора». В результате испытаний 12.01.2005 г. было выдано

Результаты испытаний адсорбента

табл. 1

Наименование	Результаты измерений		Нормативные документы на метод исследования
	исходная	после очистки	
Никель, мг/дм <sup>3</sup>	94	0,0035	ПНДФ 14.1:2.4.140-98
Свинец, мг/дм <sup>3</sup>	58,5	0,0070	ПНДФ 14.1:2.4.140-98
Кадмий, мг/дм <sup>3</sup>	81,1	0,0040	ПНДФ 14.1:2.4.140-98
Железо, мг/дм <sup>3</sup>	100,0	< 0,05	ПНДФ 14.1:2.4.140-98
Марганец, мг/дм <sup>3</sup>	81,1	0,0047	ПНДФ 14.1:2.4.140-98
Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	66,3	0,0024	ПНДФ 14.1:2.4.140-98
Медь, мг/дм <sup>3</sup>	60,1	0,0020	ПНДФ 14.1:2.4.140-98
Хром <sup>3+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	180,0	0,0060	ПНДФ 14.1:2.4.140-98
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	500,0	1,0000	ПНДФ 14.1:2.4.128-98

заключение №78.01.03.216.П.000025.01.05 (ниже представлена табл. 1, извлеченная из протокола испытаний, наглядно демонстрирующая высокое качество очистки воды с использованием ААА). Преимущества и экономическая эффективность данной технологии очистки подтверждена опытом внедрения ее на более чем 30 предприятиях страны. Стоимость адсорбента в несколько раз ниже стоимости фильтрующих материалов аналогичного назначения (цеолиты, активированные угли, ионообменные смолы и т.п.). Кроме того, ААА — адсорбент длительного использования (срок службы составляет семь-десять лет). Годовые потери на износ не превышают 10–15%. Весь процесс очистки осуществляется в типовом фильтровальном сооружении напорного или открытого типа, загруженном адсорбентом.

Срок службы трубопроводов продлевают при устранении причин вторичного загрязнения воды с созданием длительной антикоррозионной и антиадгезионной защиты за счет технологии термодинамической активации воды («ТермоДАВ»).

«ТермоДАВ», в соответствии с санитарно-гигиеническим заключением, выданным Госсанэпиднадзором РФ, предназначена для очистки и защиты от образования накипи, отложений и коррозии систем питьевого, холодного и горячего водоснабжения, объектов стационарной теплоэнергетики и подвижного состава. Механизм действия заключается в изменении энергетического потенциала материала трубопроводов и обо-

### По нашему мнению, лучшим материалом для водонесущих трубопроводов на настоящий момент является высокопрочный чугун

рудования при однократном введении в подпиточную воду ремонтно-восстановительного состава, изготовленного из экологически чистых природных компонентов. В отличие от существующих методов (магнитных, ультразвуковых, электрохимического способа, обратного осмоса, реагентных добавок и т.д.) при использовании «ТермоДАВ» осуществляется длительная антиадгезионная и антикоррозионная защита (не менее 7 лет), без постоянной дозировки реагентов и затрат энергии. Данный метод не требует применения дополнительного оборудования, а качество воды приводится в соответствие с санитарно-эпидемиологическими нормами.

В качестве примера хотелось привести опыт использования технологии для очистки систем водоснабжения на станциях Эворон и Джамку Дальневосточной железной дороги. Суммарная протяженность трубопровода  $\varnothing 50$  мм на станции Эворон составила 3,5 км,  $\varnothing 100$  мм — 2,76 км,  $\varnothing 150$  мм — 4,38 км,  $\varnothing 200$  мм — 2,78 км. Примерно те же показатели и на станции Джамку. Вода в источнике станции Эворон была кристально прозрачной, практически не содержала железа. При прохождении нескольких сотен метров по стальным трубам вода характеризовалась высоким содержанием же-

леза до 5–7 мг/л, цветностью до 40–60° и мутностью до 30 мг/л. На станции Джамку картина не столь контрастна, но в наличии были заросшие трубы, слабые напоры, гнилостный запах воды. Обработка была разовой. Все элементы водопровода, скважины, трубы, водонапорные башни, запорная арматура, приборы учета, водоразборные краны очистились от отложений. Качество воды практически не отличалось от качества в источнике.

Достигнут также и экономический эффект. Экономия средств составила 1,077 млн руб. Основные элементы экономии: отсутствие необходимости механической или химической очистки, замены и ремонта элементов водопровода, продление срока службы труб, арматуры и оборудования, сокращение расходов на транспортирование воды. Технология термодинамической активации воды для очистки систем питьевого водоснабжения внедрена в поселке Мошково, в городе Болотное Новосибирской области, ПМС-20 станции Крахаль Западно-Сибирской железной дороги, Дорогинском детском доме НСО, пемзаводе Верхний Ирмень и ряде объектов железнодорожного водоснабжения. Протяженность обработанных водопроводных сетей только в Болотном составила 76 км. Протоколами испытательных лабораторий Госсанэпиднадзора РФ подтверждено приведение качества воды в городе Болотное в соответствие с требованиями СанПиН. Перед обработкой количество Fe превышало предельно допустимую концентрацию (ПДК) в четыре раза, Mn — в 10 раз. Вода не соответствовала нормам и по наличию осадка и мутности. После однократной обработки практически приведены к нулевой отметке показатели по 20 исследуемым параметрам. Количество Fe уменьшилось в 10 раз, Mn — в 100 раз. Обеспечен долгосрочный показатель. Замеры проводились на протяжении пяти лет (рис. 1).

Обработка систем водоснабжения пассажирских вагонов с применением «ТермоДАВ» позволила значительно улучшить качество воды. В частности, содержание железа в питьевой воде вагонов состава «Москва-Воркута» до обработки превышало норму и составляло 0,31–0,32 мг/л, а после обработки составило 0,088 мг/л.

Решение данной проблемы в комплексе (от артезианских скважин до систем заправки вагонов и систем водоснабжения самих вагонов) позволило обеспечить наличие экологически чистой воды у пассажиров. ●



www.worldwater.com



## Трубы в пенополиуретановой изоляции

Во второй половине семидесятых годов прошлого века получила признание технология эмалирования труб. На начальном этапе производство принципиально выглядело так: труба очищалась от ржавчины, обжигалась и нагревалась с помощью индукционных редукторов. В раскаленном состоянии она подавалась под покраску — в виде порошка на нее напылялась стеклоэмаль.

Во второй половине семидесятых годов прошлого века получила признание технология эмалирования труб. На начальном этапе производство принципиально выглядело так: труба очищалась от ржавчины, обжигалась и нагревалась с помощью индукционных редукторов. В раскаленном состоянии (красного цвета) она подавалась под покраску — в виде порошка на нее напылялась стеклоэмаль. Покрытие получалось тонким (несколько микрон), но эффективным, поскольку эмаль по отношению к металлу обладает хорошими адгезионными свойствами. В дальнейшем эмаль на трубу стали наносить с помощью специальной ванны.

### Эволюция изолирующих покрытий

Несмотря на то, что технология эмалирования труб в конце двадцатого века была передовой, проблема сохранности теплопроводов так и оставалась нерешенной. Само стеклоэмалевое покрытие при погрузочно-разгрузочных и монтажных работах получало сколы из-за своей хрупкости, и в этом месте образовывалась точечная коррозия. Несоизмеримо с действительностью возрастали требования к культуре производства — с эмалированной трубой необходимо было обращаться крайне бережно.

Применялась старая минераловатная теплоизоляция, сварные стыки так и оставались неэмалированными, хотя для этих целей была разработана специальная передвижная установка, способная в полевых условиях нанести эмаль на стыки. Установка представляла собой «КамАЗ» с двухосным прицепом, и большие габариты лишали ее возможности применения в стесненных условиях городской застройки мегаполиса. От установки пришлось отказаться.

Для изоляции стыков использовались несколько различных видов мастик, но и это не принесло удовлетворительного результата: принципиально разные по составу материалы (стеклоэмаль и мастика) не могли обеспечить необходимую адгезию. Дальнейшее использова-

ние эмалированных труб в строительстве теплотрасс было приостановлено.

Следующим этапом эволюции противокоррозионной защиты стала технология покрытия стальных труб алюминием: методом газоплазменного напыления алюминий в виде порошка наносился на наружную поверхность трубы слоем около 300 мк. Это т.н. «технология алюминирования»: трубу второй степени очистки, практически белую, очищенную дробометом (с помощью дроби), подавали в камеру с установленным плазмотроном, где и происходило напыление цветного металла. Затем для уплотнения пористой структуры напыленного алюминия трубу покрывали кремнийорганическим лаком. Алюминиевое покрытие по стойкости не уступало эмалевому, превосходило его по эластичности: при ударе и механическом воздействии на трубу на алюминиевом покрытии не образовывалось сколов. Но эффективная изоляция стыков по-прежнему оставалась нерешенной проблемой: их места не алюминировались, а лишь покрывались кремнийорганическим лаком.

**Крайне важно, как внутри теплоизоляции изделия будет располагаться контрольный провод — это напрямую скажется на дальнейшей эксплуатации теплопровода**

Теплоизоляция так же оставляла желать лучшего — минеральная вата или плита армировались сеткой-рабицей и покрывались асбестоцементной мастикой.

После этих этапов в производство конструктива тепловых сетей постепенно стал проникать пенополиуретан (ППУ), до этого времени использовавшийся в основном в оборонной промышленности. С применением полимера появилась возможность сочетать в одной технологической цепочке защиту трубы от коррозии и ее теплоизоляцию.

Выглядело это следующим образом. Труба помещалась в специальную камеру и вращалась на роликах, над ней по рельсам двигалась каретка, из которой на трубу подавались два компонента — полиол и изоцианат. Приближенный к поверхности трубы наиболее пористый слой пенополиуретана служил для теплоизоляции, удаленный (наружный) — более плотный, напоминающий скорлупу, с большим количеством закрытых пор (его получали изменением соотношения реагентов) — герметизировал конструкцию. Для изоляции фасонных изделий и мест стыков использовались изготовленные из ППУ, сообразно размерам изолируемых элементов, «скорлупы». Их приклеивали на мастику. Но и эта технология годилась только для канальной прокладки, поскольку не обеспечивала необходимой защиты от коррозии.

Поворотным стал 1997 г. — в Россию пришла актуальная для нашей страны технология производства предварительно изолированных труб для тепловых сетей — «труба в трубе». От предыдущей технологии настоящую кардинально отличается заливочное оборудование и принцип заливки: полимер поступает не просто на наружную поверхность изолируемой трубы, а в полость между стальной внутренней трубой и пластиковой внешней оболочкой под давлением 200 атм. Процесс смешивания компонентов (полиола и изоцианата) происхо-

### Главная задача руководителя конкретной эксплуатирующей службы — бесперебойное обеспечение потребителей теплом

дит не на трубе, а в заливочной головке установки. ППУ заполняет весь объем между трубой и оболочкой практически без образования раковин.

В течение последующих трех лет производство носило статус экспериментального. С применением труб в ППУ изоляции были реконструированы три участка теплотрасс, которые находились под пристальным наблюдением инженеров. Технология «труба в трубе» отлично зарекомендовала себя.

### Производственный контроль качества труб в ППУ-изоляции

С точки зрения соблюдения параметров качества конечного изделия наиболее трудным является производство фасонных изделий. Нарезка трубы на сегменты должна осуществляться только на механическом отрезном станке, поскольку газовая резка в местах реза меняет структуру металла — он становится хрупким. В принципе в таком случае предполагается его зачистка на глубину не менее 5 мм, но проконтролировать этот факт зачастую невозможно. К тому же в процессе сваривания де-

талей также невозможно установить — присутствовала необходимая зачистка или нет. Механическая резка трубы уменьшает влияние человеческого фактора на качество изделия.

Крайне важно, как внутри теплоизоляции изделия будет располагаться контрольный провод — это напрямую скажется на дальнейшей эксплуатации теплопровода. По всему периметру фасонного изделия, как и прямой трубы, устанавливаются центрирующие опоры, на которых крепится контрольный провод. Но, учитывая, что ППУ с большой скоростью заполняет объем между стальной трубой и полимерной оболочкой и этот процесс закрыт от вмешательства человека, становятся возможными дефекты расположения контрольного провода. В частности, на первый взгляд незначительное увеличение длины контрольного провода вследствие его перекручивания относительно оси трубы (в конкретной плоскости), когда провод превышает длину трубы или элемента, при дальнейшей эксплуатации трубопровода сказывается на увеличении погрешности в определении потенциального места аварии.

Исходя из приобретенного опыта нормальной считается погрешность в пределах 1% от расстояния тестируемого трубопровода (3–4 м на участке протяженностью 300–400 м). В случае применения некондиционных элемен-

### Крайне важно, как внутри теплоизоляции изделия будет располагаться контрольный провод — это напрямую скажется на дальнейшей эксплуатации теплопровода

тов — с удлиненными (перекрученными) контрольными проводами — погрешность достигает 3–4%, что не только многократно увеличивает стоимость земляных работ, не считая стоимости увеличенного количества машино-часов, оплаты труда, работ по благоустройству территории, но и зачастую в стесненных городских условиях не позволяет расположить даже строительную технику.

Часто требуется получать не одно и не два дополнительных разрешения на ведение работ, а гораздо больше, ввиду пролегания теплотрассы по территориям нескольких собственников. Поэтому, чем точнее (относительно запроектированного) в изделии располагается кон-



трольный провод, точнее производится монтаж и заделка стыков (в частности, соединение контрольных проводов), тем более объективной будет картина работы теплопровода, получаемая мониторингом системы ОДК. В этом случае контроль качества труб и фасонных изделий приходится вести с помощью метода неразрушающего контроля — рентгеноскопическим прибором, встроенным в производственную линию.

Благодаря этим мерам удается снизить коэффициент повреждаемости трубопроводов (учитывая только зависящие от производителя параметры качества) с 0,7–0,8 на начальной стадии применения новой технологии до 0,07 на сегодняшний день. Все специалисты строительных субподрядных организаций — производителей работ — проходят обязательное обучение принципам правильного монтажа трубопроводов из предизолированных труб. Но все это лишь одна сторона вопроса.

### Практика эксплуатации системы ОДК

Далеко не везде в нашей стране научились эксплуатировать систему оперативного дистанционного контроля состояния теплопроводов. Эксплуатирующие организации по разным причинам не

спешат осваивать новую технологию. Наилучшее положение с эксплуатацией системы ОДК в Москве. Замерами — мониторингом системы — занимается независимая от эксплуатационных компаний организация. Но финансирование сферы коммунального хозяйства даже в Москве недостаточно для того, чтобы догнать, тем более — опередить старение теплопроводов. В российских регионах положение еще более удручающее.

### Чтобы предупредить такую ситуацию, в Москве мониторингом показаний системы ОДК занимаются специализированные компании

Главная задача руководителя конкретной эксплуатирующей службы — бесперебойное обеспечение потребителей теплом. Поэтому на практике из его поля зрения преимущественно выпадает мониторинг показаний системы ОДК нового, только что проложенного, теплопровода — тепло-то он в любом случае доносит до потребителей, а факт намакания теплоизоляции или обрыв сигнального провода отходят на дальний

план. Ведь система призвана диагностировать предаварийные ситуации на ранней стадии, что автоматически означает наличие в резерве достаточного количества времени до проявления самого худшего — сквозной коррозии трубопровода. Аварийных же теплопроводов, не снабженных системой ОДК, абсолютное большинство. Именно установка бесконечного количества заплаток, постоянные сливы и перезапуск отопительных систем до сих пор остаются главным в деятельности конкретных эксплуатирующих служб.

Чтобы предупредить такую сложную и неприятную ситуацию, в Москве мониторингом показаний системы ОДК занимаются специализированные компании. Свои отчеты специалисты этих компаний периодически представляют всем заинтересованным сторонам коммунального сектора экономики и городского хозяйства — от управленцев эксплуатирующих и подрядных организаций до руководства муниципального округа, района. Замолчать в этом случае результаты контроля показаний системы или оставить их без внимания просто невозможно за счет достигнутой прозрачности в предоставлении данных эксплуатации системы ОДК. ●

**CRAFT**  
современные дымоходы

- Коррозиестойкие стали
- Удобный, легкий монтаж
- Проверенная теплоизоляция
- Быстрые сроки производства
- Современная раструбная система
- Высококачественные сварные швы

**ДЫМОХОДЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЛЮБЫХ ЗАДАЧ!**  
г. Воронеж, ул. Базовая, д. 13ж  
т. (473) 262-21-22, 262-21-33 [www.craft-flue.ru](http://www.craft-flue.ru)

На правах рекламы.



## К качественной санации ветхих подземных трубопроводов\*

Не секрет, что в настоящее время большинство подземных трубопроводов водоснабжения и водоотведения находится в ветхом состоянии (по некоторым данным, до 70%), характеризуются различными видами повреждений и требуют срочной санации.

**Авторы:** А.А. ОТСТАВНОВ, к.т.н., ведущий научный сотрудник ГУП «НИИ Мосстрой»; О.Г. ПРИМИН, д.т.н., заместитель директора ГУП «МосводоканалНИИпроект» по науке; К.Е. ХРЕНОВ, первый заместитель генерального директора, главный инженер МГУП «Мосводоканал»; В.А. ОРЛОВ, д.т.н., декан МГСУ; В.А. ХАРЬКИН, к.т.н., генеральный директор ООО «Прогресс»

При производстве работ на ветхих трубопроводах с использованием технологии Compact Slimliner обычно требуется следующее оборудование:

- прицеп для барабана — трубы Compact Slimliner поставляются на барабанах, которые могут размещаться на специальных прицепах, с них полиэтиленовая труба протягивается непосредственно в восстанавливаемый трубопровод;
- водяной насос или компрессор — для создания давления с целью восстановления (реверсии) круглого поперечного сечения труб-оболочек Compact Slimliner;
- комплект инструментов — для монтажа арматуры, как концевых соединений, так и патрубков для подключения труб Compact Slimliner в восстановленную трубопроводную систему.

Для производства работ при реконструкции ветхих трубопроводов с использованием технологии Compact Slimliner требуется мало места — необходимо заранее разрабатывать лишь два небольших (входной и приемный) котлована. Движение транспорта при этом почти не ограничивается.

При подготовке ветхого трубопровода к восстановлению методом Compact Slimliner необходимо подготовить, как и в методе Compact Pipe, внутреннюю полость — удалить острые выступы и отложения, которые могут повредить полиэтиленовую трубу-оболочку при протягивании и реверсии. Этого можно достичь как механическим путем, так и с помощью гидродинамической машины. Труба Compact Slimliner может протягиваться в восстанавливаемый трубопровод со скоростью около 20 м/мин. В зависимости от условий, за один прием можно затянуть в трубопровод до 600 м полиэтиленовой трубы-оболочки. Во входном и приемном котлованах труба Compact Slimliner режется по длине так, чтобы обеспечить возможность расширения концов для монтажа на них соединительных элементов (как правило, это обычные трубицины). Они необхо-

димы для выполнения реверсии трубы Compact Slimliner (восстановление кругового поперечного сечения полиэтиленовой трубы-оболочки путем воздействия на нее внутренним давлением) и прижатия к стенкам старого трубопровода. Затем начинается процесс реверсии (раскрытия). Для подачи внутреннего давления в трубу Compact Slimliner врезается специальный патрубок. Требуемое раскрытие трубы Compact Slimliner, в зависимости от диаметра трубы и температуры окружающего воздуха, под рабочим давлением от 0,2–0,4 МПа достигается примерно за 30 минут.

**Для производства работ при реконструкции ветхих трубопроводов с использованием технологии Compact Slimliner требуется мало места — необходимо заранее разрабатывать лишь входной и приемный котлованы**

Для соединения тонкостенных труб-оболочек Compact Slimliner ( $SDR \approx 51$ ) с напорными полиэтиленовыми трубами ( $SDR \approx 11$ ) используются, как правило, фитинги с цанговыми зажимами.

Фитинг с цанговым зажимом состоит из полиэтиленового корпуса, который имеет тонкую стенку ( $SDR \approx 51$ ) с одной стороны и толстую ( $SDR \approx 11$ ) — с другой. Фитинг при монтаже вставляется в установленную трубу-оболочку Compact Slimliner концом с тонкой стенкой. После этого собирается механическое соединение — производится стягивание стенок трубы-оболочки и фитинга стальными деталями. Происходит взаимное сжатие их стенок при помощи стальной цилиндрической втулки снаружи и стального конуса изнутри фитинга. Устанавливаемые в таком соединении резиновое и зажимное кольца обеспечивают его водонепроницаемость и прочность (относительно осевых усилий).

\* Продолжение. Начало см. С.О.К. №1/2012.

К другому концу фитинга может присоединяться (сваркой встык или же на муфте с ЗН) стандартная полиэтиленовая труба или втулка для установки свободного стального фланца (при соединении с запорной арматурой).

В некоторых рассмотренных технологиях могут использоваться полиэтиленовые трубы с защитным слоем. В России такие трубы производятся по стандарту организации СТО 73011750-004-2009 «Напорные трубы из полиэтилена с защитным покрытием “Проект”», но достаточной апробации такие трубы (табл. 6) в бестраншейных технологиях, к сожалению, не прошли.

Показатели полиэтиленовых труб с защитным покрытием\*

табл. 6

Номинальный наружный диаметр напорной трубы	Толщина защитного покрытия	
	минимальная	максимальная
355	1,6	2,4
400	1,8	2,6
500	2,0	3,0
560	2,2	3,2
630	2,5	3,5
710	3,0	5,0
800	3,0	5,0
900	3,0	5,0
1000	3,0	5,0
1200	3,0	5,0

\* Выборка из СТО 73011750-004-2009.

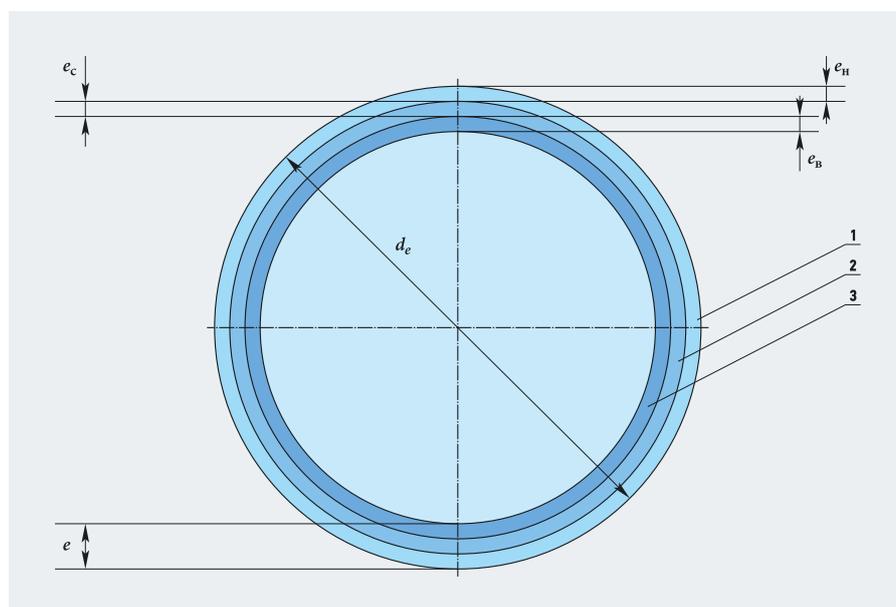


Рис. 14. Конструкция трубы Wavin TS ( $d_e$ ,  $e$  — наружный диаметр и толщина стенки трубы;  $e_n$ ,  $e_c$ ,  $e_b$  — толщина наружного, среднего и внутреннего слоев; 1, 2, 3 — наружный, средний и внутренний слои трубы)

**Имеется определенный опыт применения в бестраншейных технологиях аналогичных труб зарубежного производства, в частности, фирмы «Вавин»**

Имеется определенный опыт применения в бестраншейных технологиях аналогичных труб зарубежного производства, в частности, фирмы «Вавин».

Трубы Wavin TS (табл. 7) — это круглоцилиндрические трехслойные трубы, производимые соэкструзией, со сплошной стенкой, включающей внутренний и наружный слои из материала XSC 50 на основе ПЭ-100, и среднего между ними слоя, выполненного из ПЭ-100. Все три слоя представляют собой единое целое и не могут быть разделены механически. Наружный  $e_n$  и внутренний  $e_b$  слои составляют по 25% от общей толщины стенки  $e$ , остальные 50% приходятся на толщину среднего слоя  $e_c$  (рис. 14).

Принятые толщины наружного слоя, по мнению разработчиков, должны защитить трубы от разрушения в случае появления на них царапин и порезов с внешней стороны трубы. Но на какую величину наносимых царапин и порезов ориентируются разработчики в таких случаях, не указывается. Внутренний слой (почему-то такой же толщины, как и наружный), как предполагается, будет защищать от выхода на внутренние поверхности трубы микротрещин или трещин от точечных нагрузок, которые вызываются извне обломками старого трубопровода (о какой величине обломков идет речь, не указывается).

Как наружный, так и внутренний слои являются конструкционными, т.е. они находятся в таком же НДС (напряженно-деформированном состоянии), как и средний слой, при действии на трубопровод внутреннего давления, грунтовых и транспортных и др. нагрузок.

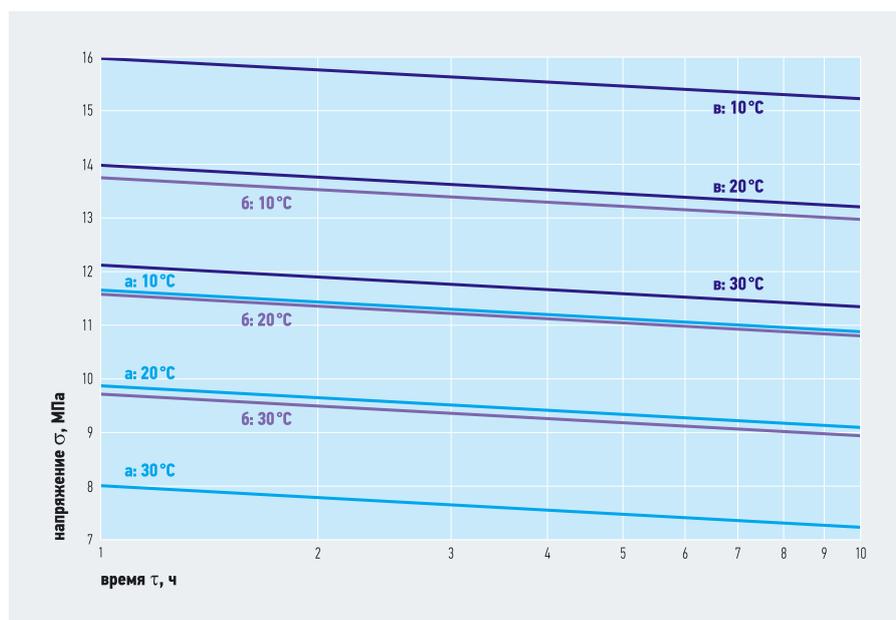


Рис. 15. Прочностное поведение при протягивании труб (из: а — ПЭ-63, б — ПЭ-80, в — ПЭ-100;  $\sigma$  — растягивающие напряжения;  $\tau$  — время;  $t$  — температура)

Трубы Wavin TS диаметром большим 450 мм изготавливаются целиком из полиэтилена ХСС 50. Цвет: защитные слои ярко-синего цвета (питьевая вода), желтого цвета (газ) или темно-зеленого цвета (сточные воды), средний слой черного цвета (питьевая вода и сточные воды) или оранжевого (газ). Трубы Wavin TS соединятся сваркой при тех же самых параметрах, что и трубы из ПЭ-100, встык или с использованием деталей с ЗН.

Трубы Wavin TS, при использовании метода с предварительным разрушением старого трубопровода, можно использовать такого же или даже боль-

**Общеввропейской организацией по стандартизации СЕН разработаны либо разрабатываются множественные стандарты по реконструкции ветхих трубопроводов, среди них соответствующие европейские нормы EN**

шего диаметра. Для разрушения строго трубопровода применяется два типа устройств (с пневматическим и с гидравлическим приводом). В обоих типов устройств лезвия, расположенные в пе-

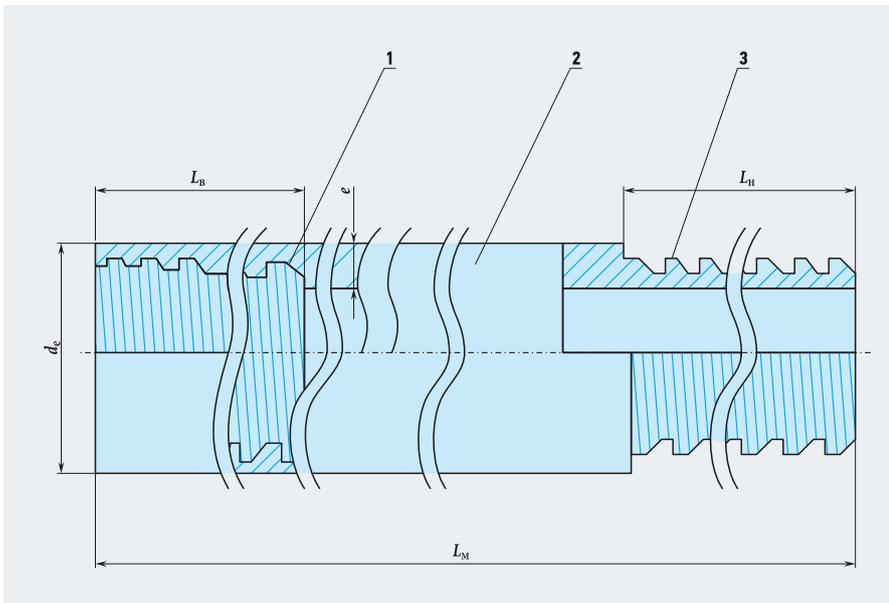
редней части машины, не только разрушают трубы, но и способны справляться с соединениями, трубными муфтами и ответвлениями. Разрушению могут подвергаться любые трубопроводы: чугунные, стальные, бетонные, керамические, а также трубы из НПВХ.

Общеввропейской организацией по стандартизации СЕН разработаны либо разрабатываются множественные стандарты по реконструкции ветхих трубопроводов. Среди них следующие европейские нормы EN:

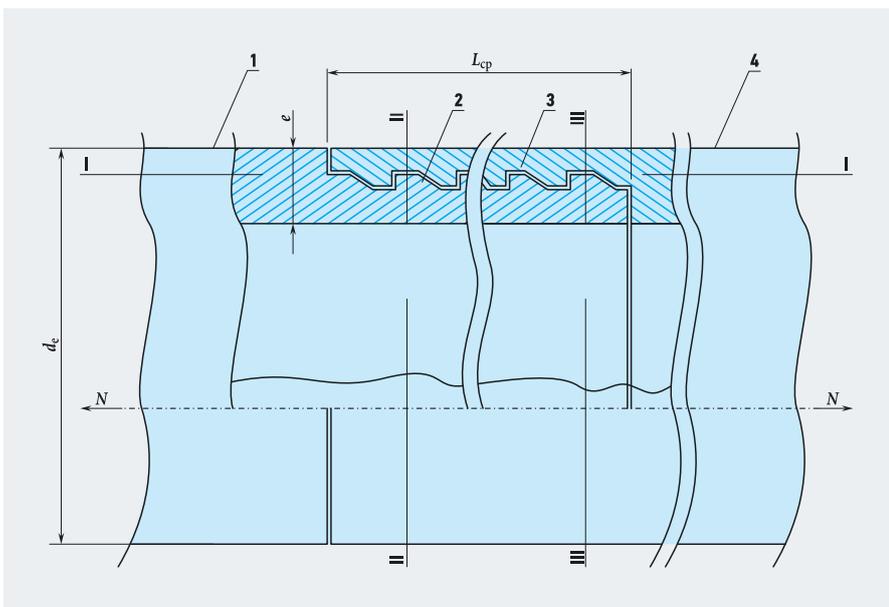
- европейский словарь терминов, классификации и указания по проектированию EN 13689;
- стандарты для подземной реконструкции с использованием пластиковых труб для трубопроводов: безнапорной канализации EN 13566 и водоснабжения рг. EN 14409;
- функциональные требования по восстановлению/реконструкции представлены в: EN 752-5, EN 12889 и EN 13380 для безнапорной канализации, рг. EN 805 для водоснабжения.

Положениями EN обязано руководствоваться большинство европейских стран (Австрия, Бельгия, Чешская Республика, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Греция, Исландия, Ирландия, Италия, Люксембург, Мальта, Нидерланды, Норвегия, Португалия, Испания, Швеция, Швейцария и Великобритания), принимать их на уровне национальных стандартов и отменять противоречащие им существующие национальные стандарты. Вероятно, что в ближайшее время к ним присоединятся другие страны, вполне возможно, и Российская Федерация.

Одной из новых концепций для стандартов реконструкции является дифференциация двух состояний трубы: этап «П» — труба после изготовления; этап «У» — труба после установки. Применение дифференциации введено в связи с тем, что в зависимости от используемого метода реконструкции для полимерных материалов может понадобиться значительная доработка на месте монтажа. Это относится к установке труб-оболочек, которые должны плотно прилегать к стенкам старого трубопровода. Это означает, что характеристики готовых изделий (различные геометрические, механические и физические свойства) фактически необходимо будет проверять на трубах на этапе «У» в дополнение к проверке соответствующих характеристик на этапе «П». Это создает непреодолимые проблемы, т.к. нежелательно брать образцы из только что восстановленного трубопровода. Ведь при



**Рис. 16.** Схема полимерного трубного модуля с резьбами (1, 3 — внутренние и наружные резьбы; 2 — тело модуля;  $d_e$ ,  $e$ ,  $L_m$  — наружный диаметр, толщина стенки тела и длина модуля, соответственно;  $L_B$ ,  $L_H$  — длины частей модуля с внутренними и наружными резьбами)



**Рис. 17.** Схема резьбового соединения полимерных трубных модулей (1, 4 — модули; 2, 3 — наружная и внутренняя резьбы;  $d_e$ ,  $e$  — наружный диаметр, толщина стенки тела модуля;  $L_{ср}$  — длина соединения; I, II и III — плоскости равновероятного разрушения соединения модулей при его растяжении силой  $N$ )



www.worldwallpaper.com

этом необходимо будет применять способы разрушающего контроля со значительными повреждениями только что установленной трубы. Моделирование в лаборатории по контролю качества должно позволять выявлять соответствие данных этапа «П» требованиям, устанавливаемым на этапе «У». При моделировании в лаборатории опытные образцы должны находиться в условиях, включающих все соответствующие воздействия (температура, давление и т.п.), которые могут существенным образом влиять на характеристики восстановленного трубопровода.

Выбор какого-либо метода для восстановления ветхого трубопровода зависит от того, каким эксплуатационным параметрам он не соответствует, по каким причинам возникло это несоответствие, требуется ли устранение установленных причин или необходима полная замена, а также каковы допустимые сроки на производство восстановительных работ

в конкретных грунтовых и пространственных условиях. Для этого, в первую очередь, следует рассмотреть вопросы, связанные с состоянием существующего трубопровода (гидравлическая пропускная способность, прочность и др.). Далее необходимо трезво оценить имеющуюся возможность (наличие специалистов и оборудования, затраты денежных и материальных ресурсов и т.д.) использования какого-либо из известных методов восстановления ветхих трубопроводов в конкретных условиях города Москвы.

Для принятия грамотного решения о проведении восстановительных работ с использованием той или иной бестраншейной технологии необходимо располагать информацией, которая должна включать следующие данные: вид трубопровода (напорный или самотечный, водопровод или напорная канализация, водосток или самотечная канализация); размеры (диаметр и толщина стенок); материал труб (сталь, чугун, асбестоце-

мент, бетон, керамика и т.д.); вид соединений (сварка, раструбы с заделкой канатом либо на резиновых кольцах и др.) как основных (при новом строительстве), так и ремонтных (при эксплуатации); наличие ремонтных вставок и их характеристики; размеры и состояние смотровых и сетевых колодцев (камер переключения); расстояния между колодцами, рабочее давление; срок эксплуатации; характеристики транспортируемой жидкости; грунтовая и транспортная ситуация (виды грунтов вокруг трубопровода, грунтовые воды, другие инженерные коммуникации, легкий или тяжелый транспорт); геометрические особенности (несоосность, сдвиг,

### Во время протяжки необходимо предпринимать меры предосторожности для предотвращения чрезмерного растяжения труб

смещение, искривление в соединениях либо по телу труб и др.); препятствия для потока (отложения, проникновение корней, выступы в местах ответвления и т.п.); прочностные дефекты (трещины, коррозия, сквозные отверстия, их форма и размеры и др.), состояние наземного и подземного пространства по трассе трубопровода (наличие зданий и сооружений и других строений, интенсивность дорожного движения, глубина, грунтовые воды, другие подземные коммуникации); строительные ограничения (грунтовые воды, боковые ответвления, потребность в устройстве байпаса обходного трубопровода и др.).



Головное предприятие в Германии:

**Goetze KG Armaturen**  
Robert-Mayer-Strasse 21  
71636 Ludwigsburg  
Тел./Факс +49 (0) 71 41.4 88 94-60  
info@goetze-armaturen.de  
www.goetze-armaturen.de

Филиал в России:

**ООО ГЁТЦЕ Арматурен**  
ул. Большая Косинская, дом 27  
офис 342  
111622 г. Москва  
Тел./Факс +7 495 7 81 82 24  
info@goetze-armaturen.ru  
www.goetze-armaturen.ru

На правах рекламы.

www.goetze-armaturen.ru

## Сильное решение для полноценного использования

### Высококачественные предохранительные клапаны и арматура

**В промышленных системах:**  
Жидкости, газы и технические пары, водяной пар и сжатый воздух, агрессивные среды.

**В бытовых инженерных системах:**  
Водоподготовка, отопление, гелио-системы.



Во время протяжки необходимо принимать меры предосторожности для предотвращения чрезмерного растяжения труб. Тянущее усилие ограничивается значением, определяемым по следующей формуле:

$$F \leq \frac{\pi}{4}(du^2 - di^2)\sigma_t, \quad (1)$$

где  $F$  — максимальное тянущее усилие, Н;  $\sigma_t$  — допустимое напряжение растяжения, МПа;  $du$  — номинальный наружный диаметр трубы, мм;  $di$  — номинальный внутренний диаметр трубы, мм.

При подготовке к проведению затягивания при температуре 20 °С допустимые напряжения растяжения полиэтиленовых труб рекомендуется принимать по табл. 8 с коэффициентом 1 (в напорные трубопроводы) и 1,2 (в самотечные).

В дальнейшем следует корректировать принятые значения с учетом суммарного времени воздействия усилий тяжения на стенки труб и температуры окружающего воздуха, при которой производится протягивание (рис. 15). Для стандартных диаметров труб из полиэтилена допустимые тянущие усилия не должны превышать установленных значений (табл. 9).

В Москве за последние 20 лет реконструировано несколько сотен километров ветхих трубопроводов с использованием бестраншейных технологий, связанных, главным образом, с применением трубных модулей из полиэтилена ПЭТМ-Р (рис. 16) с резьбовыми соединениями (рис. 17). За время от начала восстановления никаких нареканий по поводу надежности работы восстановленных таким образом канализационных трубопроводов от служб эксплуатации не поступало. Оправдавшие себя в московской практике полиэтиленовые трубные модули отвечают правилам:

□ для изготовления ПЭТМ-Р использовались полиэтиленовые трубы с показателями кольцевой жесткости (значениями  $SDR$  — отношением наружного диаметра  $d_e$  к толщине стенки  $e$ ), отвечающими конкретным условиям применения по грунтовым и транспортным нагрузкам;

□ для изготовления ПЭТМ-Р использовались полиэтиленовые трубы, отвечающими требованиям по наружным диаметрам, толщине стенок и предельным отклонениям размеров соответствующих нормативов, например, российских ГОСТ 18599–2001 с Изм. №1;

□ при изготовлении резьбовых трубных модулей учитывались: временное  $\tau$  и температурное  $t$  поведение полиэтилена, зависящее от его класса (рис. 18), т.к.

использование ПЭТМ-Р при восстановлении конкретных трубопроводов производилось при различных температурах монтажа  $t_m$  (в сетевых колодцах канализации, в которых производилась сборка ПЭТМ-Р, и в восстанавливаемых канализационных трубопроводах темпе-

ратура всегда положительная) в течение времени монтажа  $\tau_m$ , как показала практика, от одного до нескольких часов в зависимости от местных условий;

□ ПЭТМ-Р были достаточно технологичными при монтаже, т.е. усилия сборки модулей между собой  $G$  легко обеспечи-

⌘ Показатели полиэтиленовых труб с защитным покрытием\*

табл. 6

Номинальный наружный диаметр напорной трубы	Толщина защитного покрытия	
	минимальная	максимальная
355	1,6	2,4
400	1,8	2,6
500	2,0	3,0
560	2,2	3,2
630	2,5	3,5
710	3,0	5,0
800	3,0	5,0
900	3,0	5,0
1000	3,0	5,0
1200	3,0	5,0

\* Выборка из СТО 73011750-004–2009.

⌘ Показатели труб Wavin TS\*\*

табл. 7

$d_e$ , мм	$e$ [мм], при $SDR$	
	17	11
110	–	10,0
125	–	11,4
140	–	12,7
160	–	14,6
180	–	16,4
200	–	18,2
225	13,4	20,5
250	14,8	22,7
280	16,6	25,4
315	18,7	28,6
355	21,1	32,2
400	23,7	36,3
450	26,7	40,9

⌘ Допустимые напряжения растяжения труб

табл. 8

Полиэтилен	$\sigma_t$ , МПа
ПЭ-63	6,3
ПЭ-80	8,0
ПЭ-100	10,0

⌘ Допустимые усилия растяжения ПЭ-труб при протягивании (при 20 °С)\*\*

табл. 9

Тип полиэтилена	$SDR$	Тянущее усилие [кН] для диаметра трубы, мм								
		100	150	200	250	300	350	400	450	500
ПЭ-80	32,0	8	17	31	48	69	94	122	154	191
	26,0	9	21	37	59	84	114	149	188	232
	17,6	14	30	54	84	122	165	215	272	337
	11,0	21	47	83	130	187	254	333	413	520
ПЭ-100	32,0	10	21	38	59	86	115	152	193	239
	26,0	12	26	47	73	105	143	185	235	290
	17,0	17	39	70	109	156	213	278	351	435
	11,0	26	58	104	162	234	318	416	527	650

\*\* Данные фирмы «Вавин».

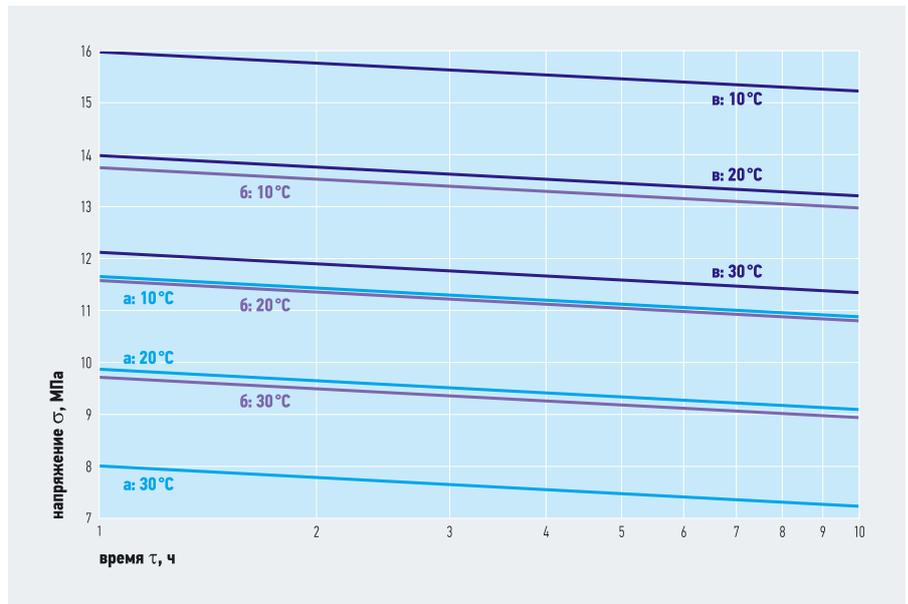
## Длина трубного модуля влияет на производительность работ по восстановлению участка трубопровода

вались либо вручную либо с использованием подручных средств малой механизации в виде цепных ключей и т.п.;

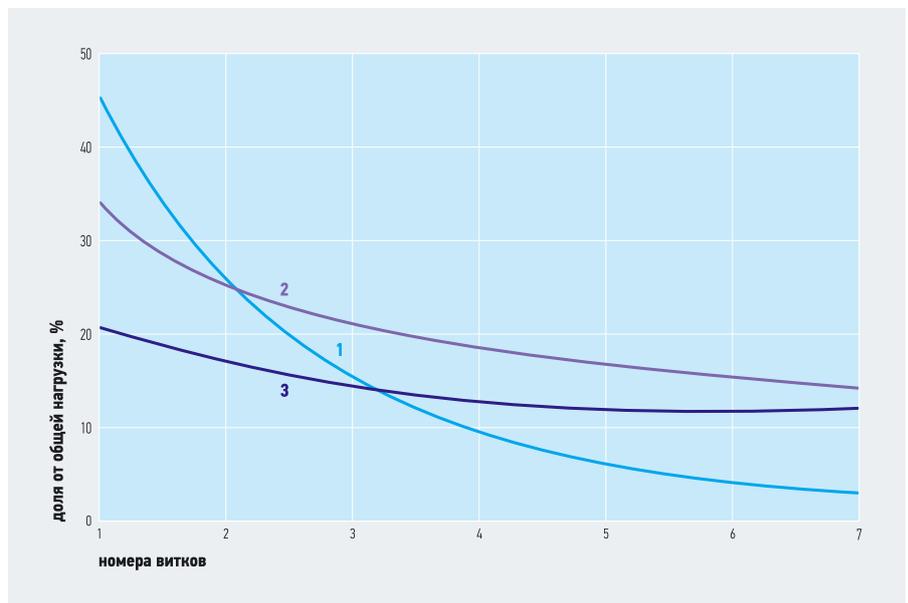
- резьбовые соединения выдерживали осевую растягивающую нагрузку  $N$ , которая прикладывалась при протягивании нового трубопровода в полость старого трубопровода, не разрушенного либо разрушенного тем или иным способом;
- смежные ПЭТМ-Р не входили друг в друга больше, чем это предусмотрено соединениями, при действии на них осевой нагрузки  $Q$  при сборке при вращении одного модуля относительно другого либо при проталкивании нового трубопровода в полость старого трубопровода, не разрушенного либо разрушенного;
- резьбовые соединения ПЭТМ-Р обеспечивали водонепроницаемость реконструированного трубопровода не только при проведении гидравлических испытаний, но и во все время эксплуатации восстановленной водоотводящей сети;
- ПЭТМ-Р с резьбами были взаимозаменяемыми, т.е. при монтаже не надо было производить специального селективного подбора пар полиэтиленовых трубных модулей для достижения их быстрого и качественного соединения.

Для получения соединений ПЭТМ-Р, способных удовлетворить перечисленным правилам, изготавливались модули с высокоточными размерами внутренних и наружных резьб. Геометрию резьбовых соединений подбирали исходя из условия равной прочности для резьб и частей модуля, где они расположены. Предполагалось, что разрушения резьбовых соединений по сечениям I-I, II-II и III-III равновероятны. Длины  $L_{вр}$  и  $L_{нр}$  частей модулей, на которых нарезались резьбы, принимались с учетом количества ниток, которые оказывают существенное влияние (рис. 19) на восприятие растягивающих усилий  $N$ .

Водонепроницаемость же данных соединений ПЭТМ-Р достигается за счет обеспечения соответствующего натяга между сопряженными частями соединенных модулей. Отдельные неплотности в соединениях могут затягиваться при эксплуатации канализационного трубопровода за счет кольматации грунта или ила, присутствующего в стоках. Практический опыт убедил в том, что качество полиэтиленовых труб отечественного производства позволяет изгото-



:: Рис. 18. Кривые долговечности труб (из: а — ПЭ-63, б — ПЭ-80, в — ПЭ-100; выборка из ГОСТ Р 52134–2003)



:: Рис. 19. Распределение растягивающей нагрузки на витки резьбы трубных изделий (из: 1 — стали; 2 — стеклопластика; 3 — термопласта)

вить трубные модули с резьбовыми соединениями, которые будут работоспособны в сетях канализации при глубине их заложения до 8 м (возможное внутреннее давление при этом будет составлять 0,08 МПа).

Практика подтвердила очевидный факт, что длина трубного модуля влияет на производительность работ по восстановлению участка трубопровода. Чем больше длина ПЭТМ-Р, тем меньшее количество трубных модулей надо использовать для восстановления участка конкретной протяженности. Это сокращает время проведения восстановительных работ  $\tau_{м}$ , что, в свою очередь, позволяет рассчитывать на большую величину прочности  $\sigma$  полиэтилена для изготавливаемого модуля. В этой связи длины тела модулей принимались с учетом габаритов смотровых колодцев, в которых про-

изводились монтажные работы, а также используемых для сборки резьбовых соединений средств малой механизации. ●

1. Шикора С. Экономический анализ выбора метода санации сетей водопровода и канализации // Журнал «РОБТ», №5/2004.
2. Ромейко В.С., Сладков А.В., Отставнов А.А. и др. Справ. мат. Пластмассовые трубы в строительстве. Ч. 1. Трубы и детали трубопроводов. Проектирование трубопроводов. — М.: ВАЛАНГ, 1997.
3. Ромейко В.С., Сладков А.В., Отставнов А.А. и др. Справ. мат. Пластмассовые трубы в строительстве. Ч. 2. Строительство трубопроводов. Эксплуатация и ремонт трубопроводов. — М.: ВАЛАНГ, 1997.
4. Храменков С.В., Орлов В.А., Харькин В.А. Технология восстановления подземных трубопроводов бестраншейными методами. — М.: Ассоциации строительных ВУЗов, 2004.
5. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А., Отставнов А.А. Регламент использования полиэтиленовых труб для реконструкции сетей водоснабжения и водоотведения. — М.: Миклош, 2007.
6. Храменков С.В., Примин О.Г., Отставнов А.А. Использование полиэтиленовых труб для систем водоснабжения и водоотведения. — М.: Современная полиграфия, 2010.

BE > THINK > INNOVATE >



## КАЖДАЯ ФУНКЦИЯ ПРИЗВАНА ОБЛЕГЧАТЬ ЖИЗНЬ

*Насос ALPHA2 оснащён удобным пользовательским интерфейсом и создан для того, чтобы отвечать требованиям как монтажников, так и конечных потребителей.*

**MODERN  
COMFORT**  
BY GRUNDFOS

Узнайте на нашем сайте,  
как технологии Grundfos  
облегчают монтаж:

[grundfos.com/moderncomfort](http://grundfos.com/moderncomfort)

### Эффективность, соответствующая требованиям EuP

Вы готовы к революции в области энергосбережения? С 1 января 2013 года в Европе будут разрешены для использования только высокоэффективные насосы. Начните экономить электроэнергию уже СЕГОДНЯ с помощью энергоэффективных насосов Grundfos. Насосы Grundfos соответствуют требованиям Директив EuP и ErP.





Отсканируйте код,  
чтобы сыграть в игру  
EuP raceday.



Просто загрузите бесплатное приложение для сканирования QR кодов в онлайн магазине APP store. Откройте его и отсканируйте код с помощью камеры вашего смартфона.

Реклама. Товар сертифицирован

### КЛАСС ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ A

Ваши клиенты будут знать, что приобрели циркуляционный насос, соответствующий самому высокому классу энергоэффективности.

### AUTO<sub>ADAPT</sub>

Эта заводская настройка автоматически задает параметры насоса для достижения оптимального комфорта при минимальном энергопотреблении и идеально подходит для большинства систем.

### ИНДИКАТОР ПИТАНИЯ

Ваши клиенты всегда смогут видеть, как мало электроэнергии расходует насос ALPHA2.

### ФУНКЦИЯ НОЧНОГО РЕЖИМА

Насос ALPHA2 снабжен функцией автоматической перенастройки, которая активируется при переходе котла отопления в ночной режим.

### УПРАВЛЕНИЕ ОДНИМ КАСАНИЕМ

Достаточно всего одной кнопки, чтобы задать оптимальные настройки.

### ALPHA PLUG

Больше никаких проблем с электрическими соединениями. ALPHA plug значительно облегчает монтаж – электрические провода подсоединяются специальным штекером, который затем подключается к насосу ALPHA2.

GRUNDFOS 



## Дифосфаты для очистки промышленных сточных вод

В настоящее время, когда развитие промышленности, транспорта, коммунального хозяйства привело к широкомасштабному загрязнению поверхностных вод неочищенными стоками, очистка воды стала одним из самых востребованных технологических процессов, а вопросы ее усовершенствования приобрели особую актуальность.

Значительную массу загрязняющих веществ в окружающую среду в виде токсичных ионов тяжелых металлов вносят металлообрабатывающая промышленность и гальваническое производство [4]. Последнее относится к экологически опасным и поэтому требует постоянного усовершенствования существующих и разработки новых эффективных и более экономичных методов очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Наиболее распространенным методом очистки отработанных кислых растворов гальванических ванн является осаждение ионов тяжелых металлов в виде гидроксидов, а воды от промывки деталей после нанесения покрытия — нейтрализацией щелочными реагентами [2]. После такой очистки в воде остается (в растворенном состоянии) от 5 до 100 мг/дм<sup>3</sup> ионов тяжелых металлов. По мнению авторов работы [2], осаждением с помощью растворимых фосфатов можно достичь большей степени очистки, чем осаждением щелочными реагентами.

Недостаток такой технологии — сложность отделения очищаемой воды от осадков фосфатов и гидроксидов тяжелых металлов, поскольку они осаждаются в виде тонкодисперсной взвеси с размерами частиц менее 100 мкм.

Выбор оптимального экологически безопасного технологического процесса очистки промышленных сточных вод — достаточно сложная задача. Перспективным в этом плане может явиться осаждение ионов тяжелых металлов в виде нерастворимых дифосфатов, которые, согласно нашим исследованиям [6], обладают сорбирующим эффектом. Этот факт был установлен экспериментально при изучении сорбционных характеристик индивидуального дифосфата марганца и твердого раствора на его основе состава  $Mn_{2-x}Co_xP_2O_7 \cdot 5H_2O$ . Исследования проводили в термостатированной адсорбционно-вакуумной установке с кварцевыми пружинными весами Мак-Бена при температуре 20 °С.

Константы кварцевых спиралей находились в пределах 1,94–2,9 мг/мм. Величину изменения спиралей-пружин измеряли катетометром КМ-8. Для удаления газов и паров, адсорбированных на поверхности адсорбентов, образцы предварительно откачивали при температуре 150 °С на протяжении пяти часов под вакуумом не ниже 10<sup>-3</sup> мм рт. ст.

Равновесное давление пара в адсорбционной установке определяли с помощью U-образного манометра, имеющего точность 0,5 мм.

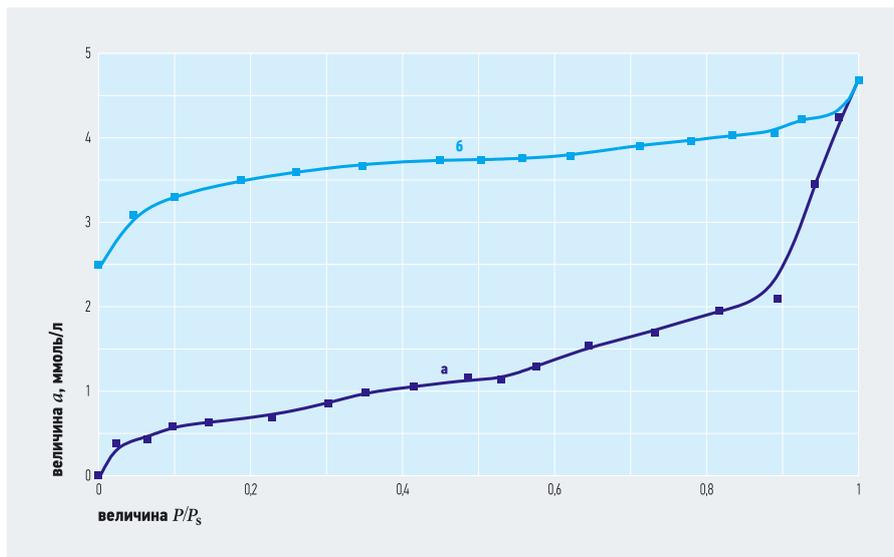
### Выбор оптимального экологически безопасного технологического процесса очистки промышленных сточных вод — достаточно сложная задача

Определение удельной поверхности по методу БЭТ включало следующие стадии: оценка емкости монослоя ( $a_m$ ) по изотерме адсорбции и расчет величины удельной поверхности по значению  $a_m$  с использованием молекулярной площади  $nm$  (молекулярную площадь поверхности сорбентов, занятую одной молекулой *n*-гексана, принимали равной 5 Å [7]).

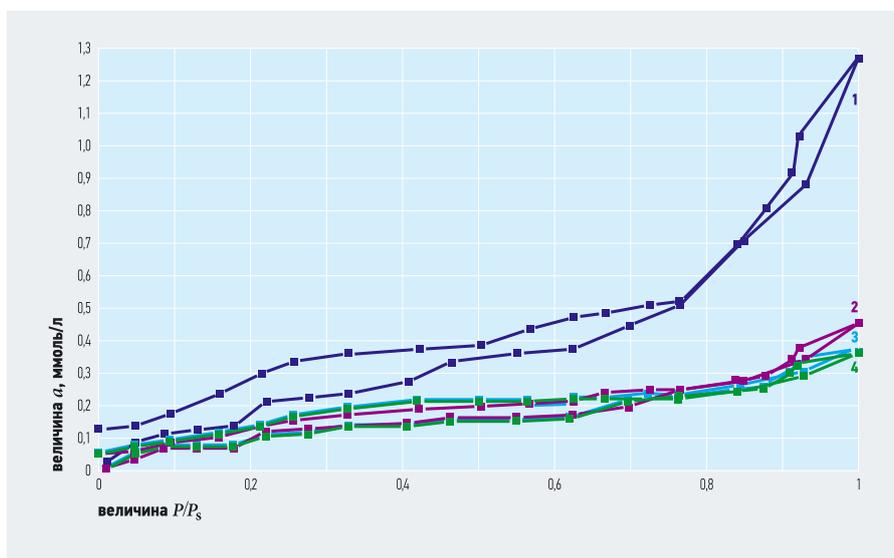
Для расчета величины удельной поверхности дифосфатов использовали уравнение БЭТ [3]:

$$A = \frac{a_m c \frac{p}{p_s}}{\left(1 - \frac{p}{p_s}\right) \left[1 + (c-1) \frac{p}{p_s}\right]},$$

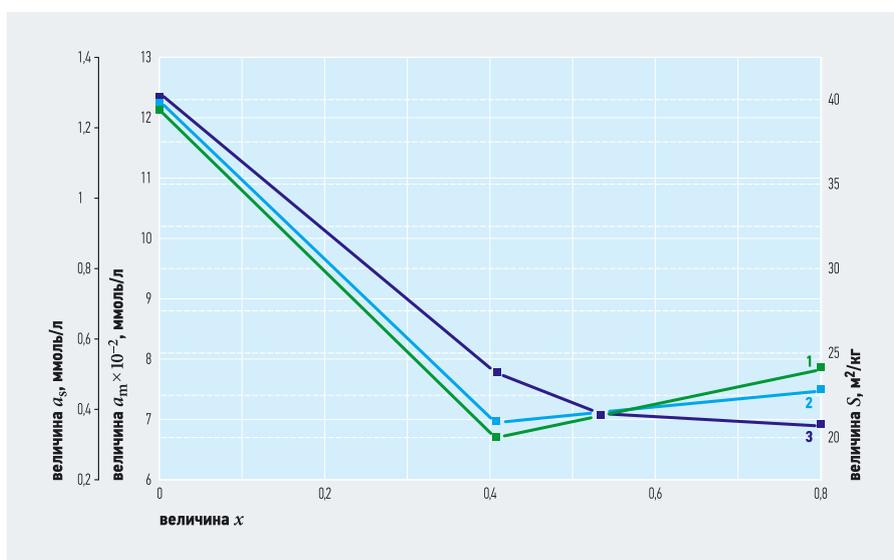
где  $a$  — величина адсорбции пара при данном относительном давлении, ммоль/г;  $a_m$  — величина адсорбции пара адсорбата при мономолекулярном покрытии поверхности (емкость монослоя);  $c$  — константа, зависящая от энергии взаимодействия адсорбат-адсорбент;  $p$  — равновесное давление пара, мм рт. ст.;  $p_s$  — давление насыщенного пара, мм рт. ст.



:: Рис. 1. Изотерма адсорбции (а) и десорбции (б) метанола [данные получены на дифосфате состава  $Mn_{1,45}Co_{0,55}P_2O_7 \cdot 5H_2O$ ]



:: Рис. 2. Изотермы адсорбции-десорбции н-гексана [данные получены на образцах:  $Mn_2P_2O_7 \cdot 5H_2O$  (1);  $Mn_{1,58}Co_{0,42}P_2O_7 \cdot 5H_2O$  (2);  $Mn_{1,45}Co_{0,55}P_2O_7 \cdot 5H_2O$  (3);  $Mn_{1,17}Co_{0,83}P_2O_7 \cdot 5H_2O$  (4)]



:: Рис. 3. Зависимость емкости монослоя (3), величины граничной адсорбции (2) и удельной поверхности (1) от состава дифосфатов [общей формулы  $Mn_{2-x}Co_xP_2O_7 \cdot 5H_2O$ ]

**Как показали результаты исследований, метанол остается на поверхности адсорбента даже после длительного обезгаживания при низких давлениях**

Эффективный радиус пор рассчитывали по формуле Кельвина [3], используя десорбционную кривую изотермы:

$$r = \frac{2\delta V_0}{RT \ln\left(\frac{p_s}{p}\right)},$$

где  $\delta$  — поверхностное натяжение, дин/см<sup>2</sup>;  $V_0$  — молекулярный объем, см<sup>3</sup>/г;  $R$  — универсальная газовая постоянная, (дин·см)/(град·моль);  $T$  — температура, К;  $p_s$  — давление насыщенного пара, мм рт. ст.,  $p$  — равновесное давление, мм рт. ст.

Для характеристики пористой структуры и адсорбционных свойств дифосфатов использовали изотермы сорбции паров метанола и н-гексана. На рис. 1 представлена изотерма адсорбции и десорбции метанола на дифосфате состава  $Mn_{1,45}Co_{0,55}P_2O_7 \cdot 5H_2O$ .

Как показали результаты исследований, метанол остается на поверхности адсорбента даже после длительного обезгаживания при низких давлениях (в пределах  $1,33 \times 10^{-2}$  Па). Это объясняется, скорее всего, образованием водородных связей между ОН-группами молекул спирта и атомами Н молекул воды дифосфата, что делает невозможным использование его для дальнейших исследований.

Выбор в качестве адсорбата н-гексана вполне закономерен, поскольку его молекула не имеет дипольного момента или функциональной группы и, следовательно, не образует с поверхностью дифосфатов водородных связей или диполь-дипольного взаимодействия. Взаимодействие их за счет сил Ван-дер-Ваальса отвечает условиям применения уравнений БЭТ и Кельвина, а также позволяет использовать их для расчета структурно-сорбционных характеристик исследуемых дифосфатов на основе полученных изотерм адсорбции.

На рис. 2 представлены изотермы адсорбции и десорбции паров н-гексана на дифосфатах общей формулы



с различным содержанием марганца и кобальта. Определенные на основе экспериментальных данных сорбционные характеристики дифосфатов представлены в табл. 1.

Сорбционные характеристики дифосфатов

табл. 1

Дифосфат	Емкость монослоя $a_m$ , ммоль/г	Граничная адсорбция $a_s$ , ммоль/г	Удельная поверхность $S_{\text{БЭТ}} \times 10^3$ , м <sup>2</sup> /кг	Эффективные радиусы пор $A$
$\text{Mn}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,124556	1,282931	39,6	15,2; 38,8
$\text{Mn}_{1,58}\text{Co}_{0,42}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,078061	0,366887	20,1	17,3; 42,4
$\text{Mn}_{1,45}\text{Co}_{0,55}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,071258	0,396402	21,4	17,2; 43,5
$\text{Mn}_{1,17}\text{Co}_{0,83}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,069128	0,457976	24,2	17,3; 45,8

Согласно экспериментальным данным (рис. 2), изотермы имеют «лэнгмюровскую» форму, указывая на наличие в структуре дифосфатов переходных пор. Адсорбция паров н-гексана для дифосфатов разного состава описывается изотермами, для которых фиксируются две петли гистерезиса.

Первая из них, в области низких относительных давлений  $p/p_s = 0-0,77$ , обусловлена капиллярной конденсацией н-гексана именно в переходных порах. Характерной для данных изотерм является необратимая адсорбция в области невысоких относительных давлений вплоть до  $p/p_s = 0$ . Это, скорее всего, свидетельствует о наличии микропор, которые создают пространственные сложности для десорбции н-гексана при нормальных условиях.

Анализ изотерм дифосфатов разного состава показал, что десорбционная кривая изотермы на образце  $\text{Mn}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  имеет четкую волнообразную форму, свидетельствуя о полислоистой адсорбции молекул н-гексана на поверхности дифосфата (рис. 2, кривая 1). По мере замещения марганца на кобальт в структуре дифосфата  $\text{Mn}_2\text{P}_2\text{O}_7$  форма изотерм несколько изменяется, они становятся более пологими (рис. 2, кривые 2-4). Такие изменения обусловлены тем, что появление кобальта в структуре индивидуального дифосфата  $\text{Mn}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  приводит к довольно резкому уменьшению удельной поверхности дифосфатов (табл. 1). В области составов дифосфатов  $\text{Mn}_{2-x}\text{Co}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ( $0,42 < x < 0,83$ ) удельная поверхность постепенно увеличивается. Аналогично изменяются и зна-

чения граничной адсорбции и емкости монослоя (табл. 1).

Как показали результаты расчета эффективных радиусов пор (табл. 1), дифосфаты характеризуются мезопористой структурой. Они имеют широкий набор пор с эффективными радиусами от 15 до 160 Е. Наряду с микропорами (незакрытый гистерезис) присутствуют мезопоры (15 или 17 Е) и крупные поры (переходные) на грани мезопор (160 Е). Именно поры с радиусом 160 Е обеспечивают подъем адсорбционных кривых в области больших относительных давлений и появление второй петли гистерезиса в области  $p/p_s = 0,82-1,0$ .

**Наиболее распространенным методом очистки отработанных кислых растворов гальванических ванн является нейтрализацией щелочными реагентами**

Обращает на себя внимание тот факт, что с увеличением содержания кобальта в составе дифосфатов эффективный радиус пор увеличивается.

На рис. 3 представлена зависимость емкости монослоя, величины граничной адсорбции и удельной поверхности от состава дифосфатов общей формулы  $\text{Mn}_{2-x}\text{Co}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

Сравнительный анализ сорбционных характеристик исследованных дифосфатов и таких известных сорбентов, как гидроксилпатит [2, 5] и фосфаты на основе титана [1] показал, что их сорбционные свойства сопоставимы. Таким образом, полученные экспериментальные данные подтверждают возможность использования дифосфатов в качестве сорбентов для очистки промышленных сточных вод. ●

- Будовицкая Т.А. Синтез и исследование сорбционных свойств смешанных фосфатов титана, циркония и олова: Автореф. дисс. к.х.н. — Киев, 1992.
- Высоцкая Е.В., Тарасевич Ю.И., Климова Г.М., Кузьменко Н.Л. Синтез гидроксилпатитов и применение полученных материалов для извлечения ионов тяжелых металлов из водных растворов // Химия и технология, Т. 24, №6/2002.
- Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. — М.: Мир, 1984.
- Запольский А.К., Образцов В.В. Комплексная переработка сточных вод гальванических производств. — Киев: Техника, 1989.
- Каназава Т. Неорганические фосфатные материалы. — Киев: Наукова Думка, 1998.
- Ткачова Н.В., Клогвант А.А. Сорбційні характеристики твердих розчинів гідратованих дифосфатів мангану-кобальту (магнію) // Тезисов докладов III-й Всеукр. конф. молодих вчених та студентів з актуальних питань хімії. — Харків, 2005.
- McCleintan A.L., Harnsberger H.F.J. of Colloid and interface Sci. V. 23, №4/1967.



Промышленные стоки в Китае



КЛАПАНЫ ДЛЯ РАДИАТОРОВ,  
ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЕ ГОЛОВКИ



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



ШАРОВЫЕ КРАНЫ



ФИТИНГИ И АДАПТЕРЫ



КОЛЛЕКТОРЫ



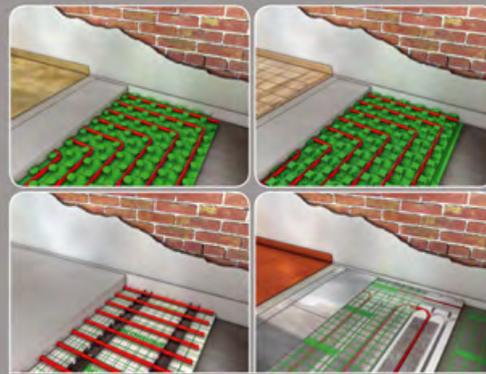
ЗОНАЛЬНЫЕ И СМЕСИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ,  
КОТЕЛЬНАЯ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА



МОДУЛИ УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛА



БЛОКИ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ



СИСТЕМА НАПОЛЬНОГО ОБОГРЕВА И  
ОХЛАЖДЕНИЯ



ТРУБЫ PPR, PEX, PERT, PEX-AL-PEX И PB

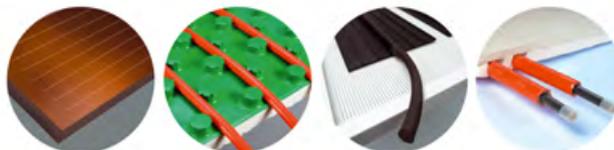


СОЛНЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ



СИСТЕМЫ ПОТОЛОЧНОГО ОБОГРЕВА И  
ОХЛАЖДЕНИЯ

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



 **TRUEMADE IN ITALY**  
ДЕЙСТВИТЕЛЬНО, СДЕЛАНО В ИТАЛИИ

**GIACOMINI**   
Technology in Comfort



www.worldwallpaper.com

## Современная водоподготовка для бассейнов

Залогом стабильности качества водоподготовки является обеспечение минимизации воздействия человеческого фактора на отлаженный технологический процесс, поэтому отдельные блоки системы водоподготовки в обязательном порядке оборудуются автономными системами управления.

### Системы обеззараживания

Независимо от схемы водоподготовки обязательна дезинфекция воды, придающая ей бактерицидные свойства — способность уничтожать вносимые бактериальные загрязнения. Методы обеззараживания могут быть единичными или комплексными. Наиболее распространенными технологиями обеззараживания являются хлорирование, озонирование и ультрафиолетовая обработка. Известны и более экзотические способы обеззараживания, например серебрение, бромирование и пр., но их использование вызывает много споров по целесообразности и эффективности, поэтому в общественных бассейнах в настоящее время они не используются.

### Хлорирование

Этот способ отличает, с одной стороны, дешевизна, доступность и способность активного вещества в течение длительного времени оставаться в воде, а с другой — отрицательное воздействие на человека и возможность некоторых бактерий к привыканию, из-за чего приходится производить перехлорирование

и частую смену воды. Доза вводимого хлора достигает 1 мг/л, а при перехлорировании 4–5 мг/л. Самым распространенным реагентом для обеззараживания хлором является водный раствор гипохлорита натрия.

Для предварительного расчета при выборе мощности оборудования можно пользоваться методикой В.С. Кедрова. Количество хлора, которое нужно вводить в ванну, определяется по номограмме проекцией точки пересечения линии концентрации остаточного хлора в ванне и значения оси абсцисс  $Q/V$  (где  $Q$  — циркуляционный расход и  $V$  — объем ванны) на ось ординат с последующим пересчетом количества активного хлора на количество гипохлорита. Например, при рабочем хлорировании доза введения активного хлора составляет  $d = 4$  мг/ч. Общее количество активного хлора  $D = Q_d$ .

**В системе водоподготовки требуется поддержание нормативной температуры в воде**



www.worldwallpaper.com

**Авторы:** Леонид МОЖАЕВ, заместитель генерального директора «Стройпроект-М.О.» группы компаний «ОЗОН»; Алексей ВОЛКОВ, начальник санитарно-технического отдела проектного института «Моспроект-4» (МНИИП)

При процентном содержании активного хлора в гипохлорите 5% количество вводимого гипохлорита составит  $q = 20Д$ . Таким образом, в качестве дозирующего насоса необходимо выбрать аппарат со следующими параметрами: напор —  $h > 1,2 Н$  (м), расход —  $q$  (л/с).

### Озонирование

Озон гораздо более эффективен, чем хлор. Он уничтожает бактерии, вирусы, споры, разрушает плотные оболочки одноклеточных микроорганизмов, микроводорослей, простейших, органические вещества, в т.ч. и те, которые не поддаются воздействию хлора. Эффект озонирования заключается не только в обеззараживании, но и в более глубоком воздействии на воду, способствуя улучшению физических и органолептических характеристик. Применение озона эффективно также для удаления из воды тяжелых металлов (железа, марганца), при этом растворимые соли преобразуются в нерастворимые, легко задерживаемые при фильтрации. Озон не влияет на природные качества воды, а его избыток в воде не ухудшает ее качества. Тем не менее количество остаточного озона в воде также регламентируется.

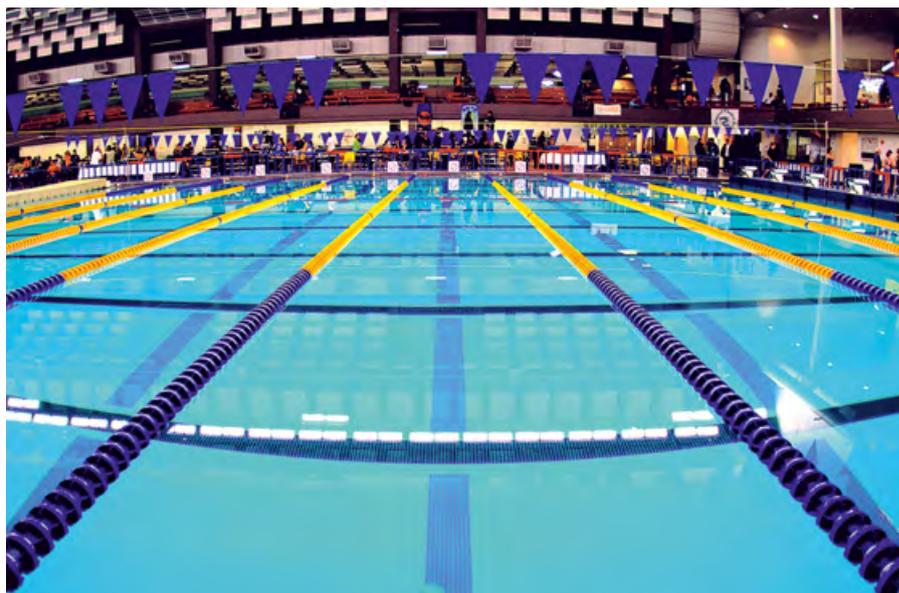
Озон получают на месте из атмосферного воздуха, он не вызывает раздражение слизистых оболочек. Современные озоногенераторы компактны и просты в эксплуатации.

Необходимое для дезинфекции количество озона определяется достаточно просто: надо задать дозу озона, требуемую для обработки 1 м<sup>3</sup> циркуляционной воды, и умножить на циркуляционный расход. Рекомендуются дозы озона, необходимые для удаления различных примесей, известны, однако опыт показывает, что для обработки воды в бассейне целесообразно пользоваться значением 0,7–0,9 (г·О<sub>3</sub>)/м<sup>3</sup> воды. Реактор, в котором происходит собственно процесс озонирования, следует рассчитывать, исходя из обеспечения времени реакции три-пять минут.

Работой озоногенератора управляет прибор контроля озона в воде, включая и выключая озоногенератор в зависимости от количества остаточного озона в воде на выходе из реактора.

### Обработка ультрафиолетовым излучением

Для небольших объемов воды можно эффективно использовать обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами с применением специальных ламп. Под действием ультрафиолетового излуче-



ния разрушаются простейшие, убиваются бактерии и споровые соединения, в т.ч. не реагирующие на хлор. УФ-обработка не применяется как единственный метод обеззараживания, а только в комплексе с другими. Подбор оборудования для УФ-обработки осуществляется по паспортным данным (по объему обрабатываемой воды в час). Предпочтение следует отдавать установкам, оснащенным датчиками УФ-излучения и устройствами для промывки ламп.

### Подбор оборудования для УФ-обработки осуществляется по паспортным данным. Предпочтение отдают установкам, оснащенным датчиками УФ-излучения и устройствами для промывки ламп

### Комплексная технология обеззараживания, сравнение

Как часто бывает, эффективным является использование смешанной технологии обеззараживания. При совместном использовании озона и хлора озонирование используется для первичной глубокой очистки и обеззараживания воды, хлорирование — на заключительном этапе для придания воде консервирующих свойств. При этом озон играет роль не только обеззараживающего агента, он окисляет органику, металлы, способствует флокуляции, а хлор, подаваемый в воду, не расходуется на очистку, а выполняет роль консерванта, придающего воде бактерицидные свойства. Благодаря этому остаточная концентрация хлора в воде мало изменяется

на входе в ванну и на выходе из нее, отсутствует характерный хлорный запах и раздражающее воздействие. Введение озона до фильтров позволяет обеспечить промывку фильтров дезинфицированной водой. В конечном итоге для достижения высокого качества воды расходуются меньше реагентов, а капитальные вложения окупаются на третьем-шестом году эксплуатации.

При совместном использовании хлора и УФ-излучения, хлор вводится в ванну бассейна как окислитель в концентрации в два-три раза меньшей, чем в процессе хлорирования. Хлорирование воды производится до фильтров и необходимо как основной способ обработки и придания бактерицидных свойств в течение времени пребывания воды в ванне. Введение хлора в указанных количествах купающимися ощущается гораздо меньше и не оказывает на людей общетоксического аллергенного действия.

### Нагрев воды в бассейне

В системе водоподготовки требуется поддержание нормативной температуры в воде. Системы нагрева должны обеспечить подогрев воды при заполнении ванны и поддержание температуры в режиме эксплуатации.

Расчет мощности теплообменников следует вести исходя из следующих данных:  $t$  — температура воды при заполнении ванны и при подпитке, равная 5 °С;  $\Delta t$  — потери тепла при циркуляции 1–2 °С (в зависимости от объема подпитки, кратности циркуляции, площади поверхности чаши);  $C$  — расход тепла для подогрева 1 м<sup>3</sup> воды на 1 °С = 0,96 тыс. ккал. Общая мощность теплообменников составляет:  $N = QC\Delta t$ .

Как правило, используется два основных типа теплообменников: трубчатые и пластинчатые. Пластинчатые теплообменники типа Alfa Laval имеют большой диапазон мощности, высокоэффективны, имеют небольшое гидравлическое сопротивление и могут работать на перегретой сетевой воде до 130°C, не требуя предварительной подготовки на тепловом пункте. Трубчатые теплообменники, например Pahlen, чаще рассчитаны на температуру теплоносителя не более 90°C. Теплообменники располагаются в системе водоподготовки или вода для нагрева может направляться на централизованный тепловой пункт.

### Автоматизация

Залогом стабильности качества водоподготовки является обеспечение минимизации воздействия человеческого фактора на отлаженный технологический процесс, поэтому отдельные блоки системы водоподготовки в обязательном порядке оборудуются автономными системами управления.

Градации степеней автоматизации по подсистемам. Такими блоками являются: насосная группа; озоногенератор; системы дозирования реагентов.

Локальные блоки управления комплектуются отдельными шкафами со своим алгоритмом работы, разрабатываемым в зависимости от конкретных условий. Так, блок управления озоногенератором обеспечивает отключение озоногенератора при следующих отклонениях процесса: превышение ПДК озона в воде; превышение ПДК озона в воздухе; нарушение в работе си-

### Наиболее высоким уровнем автоматизации является полная диспетчеризация с созданием компьютеризированного рабочего места системы водоподготовки

стемы эжекции; отказ одной из систем озоногенератора.

В то же время возможны и более высокие уровни автоматизации, например автоматизация управления работой фильтров, однако это требует дополнительных затрат: за счет использования задвижек с электроприводом, за счет элементной базы и программного обеспечения.

Отдельные блоки могут быть объединены в общую централизованную систему диспетчеризации, управляемую с компьютеризированного рабочего места.

Наиболее высоким уровнем автоматизации является полная диспетчеризация с созданием компьютеризированного рабочего места системы водоподготовки. Сюда стекается исчерпывающая информация о состоянии всех элементов системы водоподготовки, отсюда возможно управление системой в целом и ее отдельными элементами, ведется журнал учета состояния системы.

### Реализация

На бассейнах, построенных в рамках выполнения постановления правительства Москвы №836 от 27.10.1998 «О программе строительства плавательных бассейнов в г. Москве», использованы самые передовые отечественные и зарубежные технологии и оборудование с полной ав-

томатизацией. Всего построено десять бассейнов. Самый большой из них — в Новопеределкино (улица Чоботовская, вл. 6). Отличительной особенностью бассейна является ванна 50 × 25 м общим объемом 3100 м<sup>3</sup>. Бассейны типовой серии (улица Заповедная, Озерная Аллея в городе Зеленограде, улицы Старостина, Генерала Белобородова, Привольная, Бакулева, Керамический проезд) имеют по две ванны объемом 900 и 100 м<sup>3</sup>, в бассейне на улице Лебедянская — одна ванна объемом 900 м<sup>3</sup>, в бассейне на Втором Красносельском проезде — две ванны объемом 600 и 50 м<sup>3</sup>. В настоящее время идет строительство серии быстровозводимых бассейнов, основанных на той же технологии водоподготовки. Уже построены бассейны на улицах Инженерная, Вильнюсская и Маршала Голованова.

Эксплуатация, осуществляющаяся с 2000 г., подтвердила правильность принятых решений. Вода, обработанная по технологии озонирования с последующим фильтрованием, отличается высоким качеством, прозрачностью, естественным голубоватым оттенком и при минимальном количестве хлора соответствует всем СанПиН по физико-химическим и микробиологическим параметрам. Полная смена воды в ваннах проводится один раз в год и совмещается с профилактическими работами и отключением подачи теплоносителя. ●



www.worldwater.com

1. Пособие к СНиП 02.08.02–89 по проектированию плавательных бассейнов.
2. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.2.1188–03 «Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды плавательных бассейнов».
3. DIN 19643-1. Подготовка воды для плавательных и купальных бассейнов. Ч. 1. Общие требования.
4. DIN 19643-1. Подготовка воды для плавательных и купальных бассейнов. Ч. 2. Комбинация методов: адсорбция, коагуляция, фильтрация, хлорирование.
5. DIN 19643-1. Подготовка воды для плавательных и купальных бассейнов. Ч. 3. Комбинация методов: коагуляция, фильтрация, озонирование, сорбционная фильтрация, хлорирование.
6. Самойлович В.Г. Использование озона для обработки воды плавательных бассейнов // Водоснабжение и санитарная техника, №1/2000.
7. Помозов И.М. и др. Локальные системы очистки воды с применением озона // Водоснабжение и санитарная техника, №1/2000.
8. Кожин В.Ф. Озон. История и практика применения. — М., 1968.
9. Методические рекомендации по применению озонирования и сорбционных методов в технологии очистки воды от природного и антропогенного происхождения. — М.: НИИ КВОВ, 1995.
10. Кедров В.С., Рудзкий Г.Г. Водоснабжение и водоотведение плавательных бассейнов. — М.: Стройиздат, 1991.
11. Можаяев Л.В., Помозов И.М., Романов В.К. Озонирование в водоподготовке. История и практика применения // Журнал С.О.К., №12/2005.
12. Рогожкин Г.И. Очистка и обеззараживание воды в бассейнах // Сантехника, №4/2004.
13. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справ. пособ. 7-е изд. — М.: Стройиздат, 1995.



**УГМК  
ОЦМ**

## **ВОДОПРОВОДНАЯ МЕДНАЯ ТРУБА от лидера рынка**

Труба производится на современном европейском оборудовании предприятия «Завод медных труб», г.Майданпек, Сербия.

Качество продукции соответствует уровню качества ведущих европейских производителей и стандарту EN 1057.

Более 80% продукции поставляется на рынки Западной Европы.

Более 5 лет труба пользуется повышенным спросом на рынке России, заняв в 2010 году более 50% рынка кондиционерных труб и вытеснив многих европейских и азиатских производителей.

### **ТРУБА ПОСТОЯННО В НАЛИЧИИ!**

**Отгрузим:** медную трубу для водопроводных систем в полном ассортименте в количестве до 300 т, со склада в г. Кольчугино, Владимирская обл. (100 км от МКАД):

- диаметр: 6,0-76,1 мм;
- толщина стенки: 0,8; 1,0; 1,2; 1,25; 1,5; 1,65; 2,0 мм;
- длина: 5, 25, 50 м.

## **ЕВРОПЕЙСКОЕ КАЧЕСТВО РОССИЙСКАЯ ЦЕНА**

**Центральный офис продаж ООО «УГМК-ОЦМ»:**

624091, Россия, Свердловская обл., г. Верхняя Пышма, ул. Ленина, 1  
Приемная директора по продажам и маркетингу: +7 (34368) 98-003,  
факс: +7 (34368) 98-164

**Группа продажи медных труб: +7 (34368) 98-067, 98-074**

e-mail: [info.ocm@ugmk.com](mailto:info.ocm@ugmk.com)

**[www.ocm.ru](http://www.ocm.ru)**

**УГМК  
ОЦМ**



Фото компании Geberit.

## Свежее решение от Geberit

Для туриста город начинается «с вешалки»: с вокзала и с гостиницы. Именно поэтому при создании гостиницы очень важно грамотно спроектировать ее, правильно распределить и спроектировать внутреннее пространство, подобрать элементы отделки, мебель и инженерное оснащение.

Самые первые гостиницы появились в виде постоянных дворов в населенных пунктах (или на развилках дорог) на пути следования важнейших транспортных маршрутов. Конечно, мы не знаем хозяина самой первой гостиницы. Человечество, увы, быстро забывает имена своих героев, открывших важные и ставшие такими естественными вещи. Мы еще помним, что первый в мире чугунный мост был построен в 1779 г. в Англии через реку Северн под Колбрукдейли. Теперь чугунный мост — это самое дорогое в России. С ним сравнивают стоимость всего на свете!

Что определяет популярность той или иной гостиницы? Давайте вспомним, о чем вы прежде всего думаете, собираясь в деловую поездку или на отдых. Что оказывает наибольшее влияние на возможность расслабиться и насладиться каждым мгновением своего путешествия? Список ответов не особенно и велик — это удачный выбор места поездки, веселая компания или нескупные попутчики, удобный рейс, комфортный, недорогой отель (желательно в центре города или рядом есть интересные городские достопримечательности), вкусная и недорогая еда. Для делового туризма необходимы еще высокоскоростной доступ в Интернет и хоро-

ший прием устройств связи внутри гостиницы. Все внешне просто. Но список вырастет, если детально описывать каждый его элемент.

По каким же основным критериям мы выбираем отели? Много о гостинице говорит число звезд, присвоенное по международной классификации. Естественно, что отели с пятью звездами лучше и комфортабельнее, чем с четырьмя или тремя, а тем более — с двумя или одной. Наиболее сильно разница между отелями видна по санузлам. В санузлах пяти- или четырехзвездочного отеля будут биде, фен, махровый халат, тапочки, (естественно, это все плюс к унитазу, раковине и душевой кабине). Есть там и всякие мелочи: шапочка для душа, гигиенические пакеты, пилка для ногтей и т.п. А в гостиницах с одной-тремя звездами набор туалетных принадлежностей включает маленький (10–15 г) кусочек мыла и иногда шампунь. И никаких фенов с халатами — привозите с собой!

Какие решения и устройства в санузлах повысят комфорт в гостинице? Попробуйте добавить к четырем звездам хороший ремонт, улыбчивый и приветливый персонал, и вот совсем рядом заветные «пять звезд»! Звездность отеля определяет и качество самих санитарных приборов.



Фото компании Geberit.

Статья подготовлена пресс-службой компании Geberit

В Европе, по одной из многочисленных версий, первый унитаз появился на острове Крит задолго до нашей эры. Известно, что в Древнем Риме качество и красота ночной вазы (унитаза) считались одним из важных показателей благосостояния человека. В начале XIV века в Лондоне, в Букингемском дворце, была устроена «частная комната», располагавшаяся около банкетного зала. В этой комнате стоял унитаз, устройством которого уже похоже на современное решение. В Китае первые конструкции, аналогичные современному унитазу, были созданы в I веке до н.э. То есть, и в этом вопросе герой остается неизвестным.

Официально первый в мире унитаз появился в XVIII веке. В 1775 г. английскому часовому мастеру А. Каммингу был выдан самый первый патент на туалет с клапанным смывным устройством. Первый в мире рулон туалетной бумаги, клоном которого мы пользуемся и поныне, появился в 1857 г. До этого в качестве туалетной бумаги людьми использовались практически любые подручные средства. Первые же биде появились во Франции в начале XVII века. По одной версии, его изобретателем был Кристоф де Розье, поставивший мебель королевскому двору. По другой, биде завезли во Францию из Италии. Само слово «биде» по-французски означало «пони».

Биде сейчас стали актуальной и удобной разновидностью сантехники, существенно улучшающей комфортность отеля. Однако, установка биде в гостиничных туалетных комнатах может быть затруднительна, прежде всего из-за недостатка свободного места.

Не отказаться от этого удобного устройства и обойти ограничения размеров туалетных комнат позволит унитаз, совмещенный с биде. Такие решения уже существуют и представлены на рынке с 1959 г., когда первый в мире совмещенный унитаз-биде был показан публике в Швейцарии. Недостатком совмещенного унитаза является цена, величину которой можно сравнить с ценой на чугунный мост.

В такой ситуации более универсальным и «гуманным» по цене решением является установка крышек-биде на стандартный унитаз. Такое решение позволяет с минимальными затратами и без сложного монтажа усовершенствовать уже существующую туалетную комнату. Одним из старейших производителей и поставщиком надежных крышек-биде является швейцарская компания Geberit, которая имеет опыт поставки подобного оборудования с 1975 г.

Компания Geberit со штаб-квартирой в Рапперсвилль-Йона (Швейцария) является лидером на европейском рынке санитарно-технических технологий. Вся деятельность компании Geberit сфокусирована на технологиях для систем водоснабжения и канализации в зданиях. Для них предлагается высокое качество, интегрированные и водосбе-

### Особенно экономичное и экологичное решение получится при установке крышки на подвесной унитаз, установленный на монтажный элемент Geberit

регающие технологии. При этом глобальные тенденции, такие как экономия воды, шумоизоляция и гигиена, учитываются на ранних стадиях создания изделия — еще в процессе его разработки.

Крышки-биде Geberit AquaClean 4000, AquaClean 5000 и AquaClean 5000plus выглядят достаточно просто: сиденье, крышка и небольшой подлокотник, в котором находится система управления устройством. В заднем ободке сиденья расположены форсунки для омовения и иногда фен. Крышки-биде подключают к магистрали холодной воды и источнику электрической энергии. Крышки-биде оборудованы блоком электронного управления и нагрева подаваемой воды, который встроен в сиденье. Поэтому подогретая до 37 °С вода нежно и тщательно омывает и очищает пользователя вместо туалетной бумаги. Крышка-биде оснащена электроприводом для перемещения форсунки. Силу подачи воды из форсунки можно плавно регулировать в соответствии с вашими пожеланиями.

Линейка крышек-биде Geberit AquaClean удивит даже тех, кто привык к использованию биде — механизм подачи воды доведен до совершенства, а индивидуальные настройки и ряд новшеств позволяют по-настоящему наслаждаться жизнью в каждое ее мгновение. Три серии оборудования дают возможность подобрать оптимальное решение для вашего дома. Экономичный вариант, особенно актуальный для недорогих гостиц, — это крышка-биде AquaClean 4000.

Элегантное сиденье легко монтируется и демонтируется, а управление приятно поражает простотой. Действительно, что может быть проще, чем задать через панель управления желаемую силу напора струи и наслаждаться ощущением чистоты?

Другая компактная модель — крышка-биде AquaClean 5000. AquaClean 5000 обладает дополнительными преимуществами — маятниковый режим движения штуцера обеспечивает более тщательное и приятное омовение, а режим очистки воздуха позволит забыть о классических запахах туалетной комнаты.

AquaClean 5000plus — это прогрессивное решение для тех, кто хочет получать максимум возможного комфорта. Эта компактная и эстетичная крышка-биде наделена, помимо стандартных, массой дополнительных функций — кроме очистки воздуха и регулировки напора струи, она обладает функциями установки температуры воды, осушки теплым воздухом, дамским душем и дистанционным пультом управления! Массажный режим с регулируемой интенсивностью струи подарит дополнительный комфорт тем, кому по-настоящему важна релаксация.

Крышки-биде Geberit можно установить практически на любой унитаз. Если нет желания или возможности радикально менять интерьер ванной комнаты, крышка-биде легко превратит любой стандартный унитаз в зону чистоты и комфорта. Особенно экономичное и экологичное решение получится при установке крышки на подвесной унитаз, установленный на монтажный элемент Geberit для подвесной сантехники. Монтажные элементы Geberit оснащены механизмами двойного смыва, что снижает объем смыва с 70 л/сут. до 18 л/сут. на одного человека.

Планируете реконструкцию отеля? Может быть, просто добавить крышку-биде? ●



Фото компании Geberit.

## Подомовое отопление как объективная реальность

Мировой опыт уже давно все доказал. Эффективность использования теплоты газа при подомовом отоплении составляет 85%. Но мы всегда идем своим путем. На сегодняшний день уже и наша страна имеет пятнадцатилетнюю практику применения автономного подомового отопления. Эта практика принесла свои результаты — и, в первую очередь, это опыт работы на всех этапах жизненного цикла котельной.

Автор: А.А. АВДИЕНКО, технический директор ЗАО «Прикладные теплотехнологии»



Фото предоставлено автором.

В качестве основных этапов типового жизненного цикла котельной можно выделить следующие: постановка задачи, разработка и согласование ТЗ и ТУ; разработка проекта, подбор оборудования; монтаж котельной; проведение пусконаладочных работ; промышленная эксплуатация; полная замена, связанная с выработкой жизненного ресурса оборудования. Системный взгляд на жизненный цикл котельной был представлен журналом С.О.К. в 2005 г. в цикле статей авторов В.В. Бернева, С.А. Козлова, В.Е. Митрофанова, А.С. Платонова, С.Б. Фоткина [1]. Лейтмотивом этих статей были интересы конечного пользователя — именно они являются детерминантой всего жизненного цикла системы (в нашем случае отопления).

Практика показала, что крышные котельные экономичны. Они эффективно удовлетворяют один из главных интересов конечного пользователя — стоимость платы за отопление одного квадратного метра жилой площади. Статистика, набранная в отопительном сезоне 2010–2011 гг., показала, что размер платы за отопление одного квадратного метра жилой площади находился в диапазоне 10–15 руб. Но главной задачей анализа, проводимого в рамках этой статьи, было показать характерные ошибки, которые выявила практика, с одной единственной целью — исключить их.

Во-первых, подавляющее количество эксплуатируемых котельных, обеспечивающих подомовое отопление, — это крышные котельные новостроек. Именно новостройки позволили проектировщикам не обращать внимания на вес котлов. На стадии проектирования нетрудно заложить усиление в перекрытии. Да и башенный кран, стоящий на стройке, готов поднять выбранное оборудование.

Во-вторых, акустические характеристики выбранного оборудования остались без должного внимания. А шум котлов с дутьевыми горелками известных производителей доходит до 90 дБ(А).

В-третьих, это способ крепления котлов. Их порой умудрялись надежно крепить анкерными болтами к плитам перекрытия. Какую роль в этой акустической цепочке играл пустой технический этаж — догадаться нетрудно!

И последнее — как не шумит котел, а срок его службы заканчивается. И здесь вспоминают о весе котла. А башенного крана уже нет. В этой ситуации возможны два варианта. Первый и дорогой — это 100-тонный кран с вылетом стрелы 50 м, а второй дешевый — газорезка. При всей простоте и дешевизне второго предпочтении зачастую отдается первому, т.к. нужно не только снимать старый котел, но еще и поднимать новый.

### Из многообразия котельного оборудования, поставляемого на российский рынок, можно выбрать такие котлы, которые в полном объеме отвечают требованиям, предъявляемым к крышным котельным

Из всего многообразия котельного оборудования, поставляемого на российский рынок, можно выбрать такие котлы, которые в полном объеме отвечают требованиям, предъявляемым к крышным котельным. Среди них газовые водогрейные котлы канадской компании Camus Hydronics, Ltd. Эти котлы отличаются бесшумная работа, экологическая чистота, простота монтажа и удобство эксплуатации в течение всего жизненного цикла и конечно же малый вес.

Так, котел серии Mico Flame MFH 4000 с конденсационным теплообменником мощностью 1,1 МВт весит всего лишь 1029,7 кг. Нетрудно заметить, что конструкторской команде Camus Hydronics, Ltd., потребовалось всего лишь 0,95 кг материала, чтобы получить и передать воде килоджоуль тепла за одну секунду.

Бесшумная работа котла — это не только его потребительское свойство,

но прежде всего грамотная работа конструктора. Основной источник шума в котле — горелка. Шумят и двигатель вентилятора, и факел пламени горелки. Поэтому в котлах компании Camus Hydronics, Ltd., процесс сжигания смеси «газ–воздух» организован в пористом слое из волокнистого огнестойкого материала. В горелках созданы идеальные условия для предварительного смешивания газа и воздуха, а сама горелка вместе с вентилятором размещается внутри котла. Кожух котла служит тепловым и акустическим экраном. Шум такого котла не превышает 45 дБ(А). Котлы серии Mico Flame с дутьевыми горелками успешно эксплуатируются в котельных города Саратова (административно-торговый комплекс «Ковчег») и города Энгельса (жилой дом по ул. Тихая, д. 55).

Экологическая чистота — качественное перемешивание газа и воздуха, плюс минимальный размер пламени. Количество NO<sub>x</sub> в продуктах сгорания находится в пределах 25 мг/кВт·ч. Особо отметим, что компания Camus Hydronics, Ltd., является членом экологических советов U.S. Green Building Council и Canada Green Building Council.

Простота монтажа и удобство эксплуатации в течении всего жизненного цикла — это полная комплектность. Котел имеет заводскую комплектацию горелкой, газовой автоматикой, блоком управления, что позволяет запустить котел простым нажатием кнопки. Эта характеристика котлов становится особенно важной в том случае, когда требуется срочная установка котельной. Практика работы нашей компании показала, что такие случаи возникают почти всегда.

Все котлы компании Camus Hydronics, Ltd., проходят заводские гидравлические и теплотехнические испытания. Поэтому процесс пусконаладки и ввода котельной в эксплуатацию проходит легко, без затруднений.

Компания Camus Hydronics, Ltd., комплектует свои котлы горелками с микрофакельным горением. Все горелки — и атмосферные, и дутьевые — работают на низком давлении газа. Для природного газа, подаваемого по ГОСТ 5542–87, низким давлением являются номинальные значения 130 и 200 мм вод. ст., а для сжиженного газа, подаваемого по ГОСТ 20448–90 низким давлением является номинальное значение 300 мм вод. ст.

Практика установки автономных котельных показала, что зачастую эта характеристика котлов является определяющей, т.к. в ряде случаев технические условия на поставку газа выдавались на

### **К удобству эксплуатации следует отнести такую важную характеристику как работа котлов на газе низкого давления. Котлы имеют удобную компоновку и правильных выбор соединительных узлов его основных элементов**

низкое давление. Поэтому к удобству эксплуатации следует отнести такую важную характеристику как работа котлов на газе низкого давления. Эти котлы имеют удобную компоновку и правильных выбор соединительных узлов его основных элементов. Следствие — сезонное обслуживание котлов проводится быстро без осложнений.

Котлы компании Camus Hydronics, Ltd., работают в автоматическом режиме, поэтому эксплуатация установленных котельных организована дистанционно — через диспетчерскую службу. Присутствие эксплуатирующего персонала в котельной не требуется! Вся информация о работе котельной передается по GSM-каналу на пульт оператора.

В современных условиях все перечисленные качества котельных, монтируемых с применением котлов компании

Camus Hydronics, Ltd., являются актуальными, т.к. они позволяют устанавливать котельные практически без ограничений — в любых условиях.

На представленных фото крышная котельная мощностью 3,0 МВт — в состоянии монтажа. Вес котельной: 7 т + 1,2 т (дымовая труба) = 8,2 т. Размер котельной 5 × 7 м. Удельная нагрузка на перекрытие  $8,2/35 = 234$  кг/м<sup>2</sup>.

Представленная котельная топит дом переменной этажности от 10 до 14 этажей, пять подъездов (может топить дом в семь подъездов и девять этажей). Это одна из котельных производимого модельного ряда в диапазоне мощностей от 0,2 до 3 МВт. Производство блочных котельных с котлами Camus Hydronics, Ltd., освоено ООО «ТЭГМО» (город Уфа), ООО «Фор蒂斯» (город Энгельс), а также ООО «Мастер Thermo Engineering» (город Саратов).

Практика применения котельных на базе котлов канадской компании Camus Hydronics, Ltd., показала, что они с успехом могут устанавливаться в порядке реконструкции на существующих жилых домах. ●

1. Бернев В.В., Козлов С.А., Митрофанов В.Е., Платонов А.С., Фоткин С.Б. Особенности национального теплоснабжения // Журнал С.О.К., №5–6–7/2005.



ОТОПЛЕНИЕ

## Современные технологии нагрева и охлаждения воды

В настоящее время индустрия нагрева и охлаждения воды совершенно преобразилась — она движется с невероятной скоростью в четком и ясном направлении. Новое оборудование и новые рыночные условия подвели производителей к новому уровню инженерного мастерства. Без сомнения, движущая сила, как правило, — стремление к все большей энергетической эффективности.

Если вы оглянетесь назад, скажем, в 1991 год, и посмотрите на индустрию нагрева и охлаждения воды, вы увидите печальную картину. Всего 20 лет назад производители отопительных приборов с трудом осваивали воду, медленно продвигаясь вперед. Развивающийся строительный рынок практически не использовал гидронику — это было угнетающе.

В настоящее время индустрия нагрева и охлаждения воды совершенно преобразилась — она движется с невероятной скоростью в четком и ясном направлении. Новое оборудование и новые рыночные условия подвели производителей к новому уровню инженерного мастерства. Без сомнения, движущие силы — в основном, стремление к все большей энергетической эффективности и продвижение гидравлических систем в области, где они ранее не использовались вообще — придали новым решениям в области гидроники более высокий темп.

Новые типы оборудования, такие как конденсационные котлы, довели полноту сгорания топлива до 95–99%.

Конденсация паров воды — это остроумный способ получения энергии. Благодаря новым и усовершенствованным способам контроля, внедрению автоматизированных систем, инженерные системы быстро развиваются.

На высокую степень эффективности функционирования обратили внимание и владельцы зданий. Если инженеры смогут довести период окупаемости нового оборудования до трех-четырёх лет (а для некоторых отраслей и в меньшие сроки), это явится стимулом к использованию новой технологии.

Помочь объяснить этот феномен согласились квалифицированные и опытные эксперты, в т.ч.: Билл Рут, вице-президент по продаже и маркетингу, Laars Heating Systems Co.; Майк Чилз, прези-

**В настоящее время индустрия нагрева и охлаждения воды совершенно преобразилась — она движется с невероятной скоростью в четком и ясном направлении**



Автор: Джон ВАСТЯН, компания Common Ground (г. Мангейм, Германия)

дент и генеральный директор, Watts Radiant; Тим Роузен, Р.Е., инженер-механик; Марк Олсон, генеральный директор, Caleffi Hydronic Solutions; Джоан Мишью, менеджер по прикладным технологиям, Laars Heating Systems Co.

В ходе исследования специалистами выяснено, что эффективность систем водяного отопления зависит от следующих шести ключевых аспектов применения отопительных котлов.

### 1. Эффективность системы

Насколько эффективно котел взаимодействует со всей системой отопления, определяется его способностью поставлять тепло в систему — быстро или медленно, в зависимости от потребностей системы и способности котла реагировать на их изменение. Основным понятием здесь является «величина тепловой нагрузки на систему». Общая эффективность системы резко увеличивается, когда оборудование работает с наибольшим КПД — в этом случае эффективность сгорания топлива максимальна при любых уровнях тепловой нагрузки.

### Ключевыми факторами создания эффективной системы отопления являются также прокладка эффективной системы трубопроводов

Как говорит Джоан Мишью из компании Laars Heating Systems, другим важным фактором эффективной работы системы является применение интеллектуальных устройств регулирования производительности. Эти устройства отмечают изменения в поведении системы и «изучают» реакцию системы на изменение внешних условий, таких как тепловая нагрузка, температура наружного воздуха и уровень мощности котла.

«Существуют способы плавного и ступенчатого регулирования производительности котла», — говорит Джоан Мишью. Как плавное, так и ступенчатое регулирование уменьшают затраты топлива, поскольку котел вырабатывает количество тепла, строго соответствующее потребностям системы.

Ключевыми факторами создания эффективной системы отопления являются также прокладка эффективной системы трубопроводов. Самый эффективный котел в мире не может сделать систему эффективной, если она имеет

нерациональную схему трубопроводов с неэффективной прокачкой воды.

Теперь что касается реакции котла на температуру наружного воздуха, воды в накопительном баке и воды в системе отопления. Этот фактор также существенно влияет на общую эффективность системы. Блоки управления работой котла должны обязательно принимать во внимание эти ключевые параметры.

«Технология конденсации паров воды, находяющихся в продуктах сгорания, является решающим фактором повышения эффективности системы отопления с газовым котлом», — добавляет Билл Рут из компании Laars Heating Systems. Промышленные конденсирующие котлы, такие как Rheos+, стимулируют образование конденсата на теплообменниках и выдерживают агрессивное воздействие жидкости на материалы. Скрытая теплота конденсации, выделяющаяся из влаги, которая осаждается на первичных или вторичных теплообменниках, значительно увеличивает эффективность сгорания топлива.

«Но эффективность — это только одно из преимуществ. Установка конденсирующих котлов в систему отопления может играть более важную роль. Их стойкость к тепловым ударам и способность принимать обратную воду с низкой температурой переводит конденсирующие системы в разряд самодостаточных, идеально подходящих для разветвленных гидравлических систем с холодным пуском», — говорит Билл Рут.

«Плавное регулирование идет рука об руку со способностью работать в конденсирующем режиме. Если котлы могут работать с низкотемпературной обратной водой при пониженном расходе топлива, отношение количества передаваемого тепла к расходу топлива и эффективность горения сами по себе являются источниками максимальной эффективности котла. Кроме того, при совместной установке котлов каждый из них несет только часть тепловой нагрузки — это значительно увеличивает эффективность всей системы.

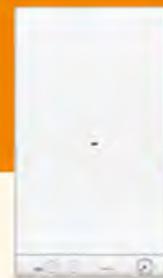
Некоторые системы, которые эксплуатируются при более высоких температурах, большую часть времени могут питаться от «основного котла», которым является конденсирующий котел», — продолжает Джоан Мишью, — в то время как остальные котлы, которые несут основную тепловую нагрузку, могут быть неконденсирующими».



Сделано в Италии

Delta

BIASI



Настенные двухконтурные котлы с отдельными теплообменниками

23,9–32 кВт

Rinnova

BIASI



Настенные газовые котлы с многофункциональной системой управления

24–32 кВт

Inovia

BIASI



Настенные газовые котлы с максимальным уровнем комфорта

24–32 кВт

На правах рекламы

ООО «Атлантис Термогрупп»

Москва: +7 (495) 665-00-00

Санкт-Петербург: +7 (812) 224-09-03

www.atlantis-tg.ru

оптовые поставки отопительной техники



www.freevalpaper.com

## 2. Эффективность горения и тепловая эффективность

Всего несколько лет назад многие из нас считали, что полнота сгорания топлива и термический КПД являются основными факторами, определяющими общую эффективность системы. Сейчас можно признать, что это не совсем так. Согласно Биллу Руту, передача теплоты из котла в систему отопления в нужном количестве и в нужное время — более правильный показатель эффективности системы.

**Несколько лет назад многие из нас считали, что полнота сгорания топлива и термический КПД являются основными факторами, определяющими общую эффективность системы. Сейчас можно признать, что это не совсем так**

Производители отопительного оборудования прикладывают много усилий, чтобы интенсифицировать процесс передачи тепла от котла к воде — этот процесс является ключевым аспектом производительности котла. Однако надо иметь в виду, что многие отопительные установки не обязаны работать на самом высоком уровне производительности (в первую очередь конденсирующие котлы), особенно если температура воды слишком высокая. Проектируемые системы со ступенчатым или плавным регулированием производительности и/

или несколькими котлами часто имеют более высокую эффективность, чем системы, использующие одиночные конденсирующие котлы с заявленной высокой полнотой сгорания топлива.

**Экологичные («природосберегающие») котлы.** *«Экологичные котлы — еще одна сторона эффективности системы. Теперь, когда эта проблема обсуждается в прессе, мы смотрим на выбросы — NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub> — с реальным желанием уменьшить уровень загрязнений, которые подвергают опасности нашу атмосферу*

и снижают качество воздуха», — говорит Джоан Мишью. Комитет по контролю качества воздуха на южном побережье Калифорнии (SCAQMD), штаты Невада и Техас, а также программы, разработанные почти в каждом штате, установили предельно допустимые нормы на выбросы, особенно для NO<sub>x</sub>.

Отдельной насущной задачей в этих условиях стал перевод всех отопительных приборов на забор воздуха для горения снаружи здания.

**Как хорошо работает котел, являясь элементом отопительной системы, в части приема и обработки данных от внешних источников информации?**

## 3. Обмен информацией

Как хорошо работает котел, являясь элементом отопительной системы, в части приема и обработки данных от внешних источников информации? «Информационный обмен», который мы рассматриваем как вклад в эффективность системы, включает в себя прием внешней информации, такой как температура наружного воздуха, команды системы кондиционирования здания (BAS), рабочие параметры зон обогрева, и передачу информации в BAS, такой как входная и выходная температуры воды, режим работы котла, потребление топлива, режим работы насосов и т.д.



www.freevalpaper.com



### HydroLink образует зону низкого перепада давления, делая первичный и вторичный контуры гидравлически независимыми друг от друга

Как говорит Билл Рут, в обмене информацией с системой важную роль играют следующие функции: возможность принимать команды от BAS (по сети BACnet, LON, Metasys, Echlon); возможность отправлять сигналы обратно в BAS; сбор данных, обеспечивающих информацию о состоянии и эффективности работы системы, таких как входная и выходная температуры воды, время работы котла, процент от максимальной тепловой нагрузки на систему, температура воды в баке ГВС, температура воды в системе отопления и т.д.; интерфейсы пользователя — как правильно и просто пользователь может изменить рабочие настройки, насколько легко он может изучить систему команд, причем сюда входят также функции клавиш, простота обращения с клавишами и дисплеем и удобство доступа.

### 4. Монтаж и техническое обслуживание

Основными требованиями монтажников и специалистов по техническому обслуживанию являются: простота доступа ко всем компонентам; простота монтажа на рабочем месте термостатов, устройств защиты, вспомога-

тельного оборудования и приборов контроля системы BAS; удобный доступ к воде, газу и электропитанию с любой стороны котла; подача воздуха для горения с использованием фильтров, которые можно мыть и восстанавливать; дополнительные принадлежности, которые включают в себя горизонтальную и вертикальную вытяжную системы, а также возможность установки котла снаружи здания.

### 5. Циркуляция воды насосами с переменной скоростью вращения

Одно из важных условий оптимальной циркуляции воды в системе отопления, которое должно соблюдаться проектировщиками и монтажниками, — это согласование производительности насоса, или расхода воды, с потерями давления на преодоление гидравлического сопротивления системы. Как говорит Тони Рэдклифф, односкоростной насос имеет одну напорно-расходную характеристику. Многоскоростные циркуляционные насосы нового поколения имеют более широкий диапазон производительности и напорно-расходных характеристик. С помощью переключателя можно выбрать различную скорость вращения насоса, легко изменяя его напор и производительность, что дает возможность удовлетворить все потребности системы.

«Мы стандартизировали ряд многоскоростных насосов, поскольку чувствуем, что они работают более эффективно, — говорит Тим Розен, сотрудник подрядной фирмы. — Трехскоростные насосы позволяют регулировать скорость вращения и предоставляют большую гибкость применения». Тим Розен добавляет, что он всегда составляет тематическую модель контура, проводит вычисления тепловых и гидравлических потерь, расхода воды и напора каждого насоса.

«Я использую эту информацию и расходно-напорную характеристику для выбора насоса, соответствующего той или иной тепловой нагрузке, — говорит он. — В прошлом мы могли использовать насосы трех или четырех моделей для выполнения одной и той же работы и все они выбирались с учетом требований, которые мы определяли. Имея многоскоростные насосы, я могу использовать один насос и выбрать скорость вращения, которая соответствовала бы желаемым расходу и напору. Кроме того, многоскоростные насосы дают возможность в будущем расширить систему, провести изменения и модернизацию системы».

На правах рекламы.

A T G  
АТЛАНТИС  
ТЕРМОГРУПП

Сделано в Германии

UPC

UNITHERM



Циркуляционные насосы для систем отопления и горячего водоснабжения

2,5–10 м³/ч

UPC...F

UNITHERM



Циркуляционные насосы для систем отопления с фланцевыми соединениями

10–70 м³/ч

Uni-Block

UNITHERM



Модульные насосные группы для систем отопления

2,5–7 м³/ч

ООО «Атлантис Термогрупп»

Москва: +7 (495) 665-00-00

Санкт-Петербург: +7 (812) 224-09-03

www.atlantis-tg.ru

оптовые поставки отопительной техники



**Передовые схемные решения.** Другое перспективное устройство под названием HydroLink, разработанное в компании Caleffi, сочетает в себе функции отделителя и распределителя горячей воды. Установленное в систему водяного отопления или кондиционирования воздуха, оно позволяет поддерживать разную температуру воды в различных зонах системы отопления, подключенной к одному котлу или чиллеру.

Эти устройства компактны и могут быть легко встроены в гидравлический контур котла любого типа.

**Когда гидравлическая система содержит первичный теплогенерирующий контур со своим циркуляционным насосом и вторичный контур с одним или несколькими насосами, возможно взаимное влияние насосов друг на друга**

Согласно Марку Олсону из компании Caleffi, основной принцип работы таких устройств заключается в том, что когда отдельная гидравлическая система со-

держит первичный теплогенерирующий контур со своим циркуляционным насосом и вторичный контур с одним или несколькими насосами, возможно взаимное влияние насосов друг на друга, создающее нежелательные гидравлические потоки и нерасчетные давления.

HydroLink образует зону низкого перепада давления, делая первичный и вторичный контуры гидравлически независимыми друг от друга. Кроме того, это устройство сочетает в себе функции низконапорного коллектора и распределителя. В установках с высоким гидравлическим сопротивлением и малым расходом воды решающую роль играет низконапорный коллектор, поскольку он перемещает точку наименьшего перепада давления от котла к камере низкого давления агрегата. Коллектор-распределитель оснащен близко расположенными тройниками, с помощью



**HydroLink образует зону низкого перепада давления, делая первичный и вторичный контуры гидравлически независимыми друг от друга. Это устройство сочетает в себе функции низконапорного коллектора и распределителя**

которых вторичный контур соединяется с первичным контуром внутри котла, в результате чего поток воды в первичном контуре незначительно влияет на поток воды во вторичном контуре.

*«Благодаря тому, что отверстия в коллекторе расположены близко друг к другу,*

между ними почти отсутствует перепад давления, поэтому перепад давлений на коллекторе стремится к нулю», — добавляет Марк Олсон. Увеличение давления, возникающее при работе отдельного зонного циркуляционного насоса, к тому времени, как поток воды вернется обратно в коллектор, почти полностью нивелируется. Эта конструкция значительно снижает взаимное влияние циркуляционного насоса котла и зонных насосов друг на друга.

## 6. Распределение тепла

Возрождение водяных систем отопления и охлаждения является частично результатом резкого развития индустрии радиационных теплообменников. В промышленном секторе рынка большие радиационные системы потребовали применения как отдельных, так и объединенных отопительных котлов. Согласно Майку Чилзу из компании Watts Radiant, эти системы исторически были связаны с холодным пуском и длительным временем работы, большой емкостью, высоким расходом воды, охлаждением поступающей воды в системе отопления и быстрым ее нагревом в котле.

Конечно, большие радиационные системы требуют использования котла или котлов высокой мощности. Большим преимуществом этих систем является то, что когда масса пола или

нагреваемой поверхности, оснащенной такими системами, достигает заданной температуры, котел может работать короткими циклами и не так часто. Система с плавным регулированием температуры путем включения подогрева поддерживает температуру объекта на заданном уровне. С помощью котла с плавным регулированием производительности или котлов со ступенчатым регулированием система эффективно парирует изменение тепловой нагрузки.

### Конденсирующие котлы нового поколения хорошо справляются с тепловыми ударами, хотя многие «обычные» современные котлы и не выдерживают их

Другим способом увеличения эффективности работы котла в периоды низкой тепловой нагрузки является добавление в систему тепловой массы. С этой целью в систему устанавливают накопительные баки с водой.

«Снегоплавильные машины с их высокой потребностью в тепле и большой массой при очень низкой температуре поступающей воды/гликоля накладывают различные требования на систему», — добавляет Майк Чилз. Здесь основным требованием является отсутствие коротких циклов работы. При входе в теплообменник замерзающей воды в процессе холодного пуска возможны тепловые удары.

К счастью, конденсирующие котлы нового поколения хорошо справляются с этими ударами. Многие современные котлы не выдерживают такие удары из-за материалов, применяемых в гидравлическом контуре, и теплообменников. Другие котлы можно легко защитить от теплового удара с помощью встроенного в котел обводного клапана (байпаса), который дополняет системы автоматического регулирования или устанавливается в системы с ручным регулированием температуры.

За последние 20 лет произошли большие перемены. Сейчас мы обладаем современной технологией, которая становится все совершеннее, помогая профессионально откликаться на требования рынка и заказчиков, которые видят преимущества современных решений в использовании гидроники.

А теперь всем нам можно заглянуть и в 2021-й год. ●



www.freevalpaper.com

На правах рекламы.

A T G  
АТЛАНТИС  
ТЕРМОГРУПП

Сделано в Германии

Vitogas

VIESSMANN



Напольные газовые котлы с атмосферной горелкой

29–140 кВт

N, G, NG, DE

reflex



Мембранные баки для систем водоснабжения

2–5000 л

US...M Uni

UNITHERM



Универсальные накопительные водонагреватели большой емкости

140–3000 л

ООО «Атлантис Термогрупп»

Москва: +7 (495) 665-00-00

Санкт-Петербург: +7 (812) 224-09-03

www.atlantis-tg.ru

оптовые поставки отопительной техники



Фото компании-производителя.

## Снижение шума индивидуального теплового пункта

В последнее время все большее распространение получают индивидуальные тепловые пункты (ИТП). Располагаются они, как правило, непосредственно в зданиях, которые обслуживают, что предъявляет повышенные требования к шуму, производимому ИТП. Одним из источников шума ИТП являются насосы систем отопления, горячего и холодного водоснабжения.

### Общие сведения о шуме

Такой относительно высокочувствительный прибор как ухо человека способен воспринимать диапазон звуковых давлений  $10^{-5}$ – $10^2$  Н/м<sup>2</sup>, различающихся между собой примерно в  $10^7$  раз в широком диапазоне частот от 16 до 20 000 Гц. Для удобства обращения с результатами измерений интенсивность звука принято выражать в относительных логарифмических единицах — децибеллах:

$$L = 20 \lg(p/p_0) \text{ [дБ]}, \quad (1)$$

где  $L$  — уровень звукового давления;  $p$  — измеренное звуковое давление в Н/м<sup>2</sup>;  $p_0$  — условный порог звукового давления  $2 \times 10^{-5}$  Н/м<sup>2</sup>.

В табл. 1 приведены уровни звукового давления некоторых широко распространенных источников звука. Чтобы охарактеризовать частотный состав шума, измерения уровней звукового давления производят в октавных полосах частот. Это позволяет производить акустические расчеты проникновения шума из одного помещения в другие. Для того чтобы охарактеризовать субъективное восприятие шума, производят измерения эквивалентного уровня звука с частотной коррекцией по кривой А, отражающей зависимость чувствительности уха человека от частоты звука. Результаты этих измерений обозначают индексом А —  $L_A$ , дБ(А).

Допустимые значения октавных уровней звукового давления, уровней звука, эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума в помещения жилых зданий приведе-

ны в табл. 2. Уровни звукового давления, приведенные в табл. 2, относятся к проникающему шуму, т.е. к шуму, возникающему вне жилого помещения и проникающему в него через ограждающие конструкции, системы вентиляции, водоснабжения и отопления. Из сопоставления уровней звука, указанных в этих таблицах, видно, насколько высокие требования предъявляются к уровню шума, проникающего в жилые комнаты квартир. Аналогичные требования предъявляются к уровню шума в больничных палатах, гостиницах, офисах и других помещениях, где находятся люди.

Одними из самых распространенных насосов, используемых в тепловых пунктах, являются насосы типа КМ. В табл. 3 приведены значения уровня звуковой мощности насосов типа КМ согласно ГОСТ 22247-96 «Насосы центробежные консольные для воды. Основные параметры и размеры, требования безопасности, методы контроля».

Из табл. 2 и 3 видно, что в требованиях к шуму в помещениях приводятся уровни звукового давления, а шумовые характеристики насосов нормируются по уровню звуковой мощности.

**Из сопоставления уровней звука, указанных в этих таблицах, видно, насколько высокие требования предъявляются к уровню шума, проникающего в жилые комнаты квартир**

❖ Уровни звуковых давлений

табл. 1

Источник звуков	Звуковое давление, Н/м <sup>2</sup>	Уровень звукового давления, дБ
Порог слышимости	0,00002	0
Шепот	0,00063–0,002	30–40
Тихая речь	0,0063–0,02	50–60
Шум на улице	0,063–0,2	70–80
Шум металлорежущих станков	0,63–2	90–110
Шум пневматического инструмента	6,3–20	110–120
Шум реактивного двигателя	200	140

Несмотря на то, что уровень звукового давления и звуковой мощности измеряется в одних и тех же единицах, это разные величины, и их численные значения не совпадают. Различие этих величин состоит в следующем. Уровень звукового давления характеризует поток звуковой энергии в единицу времени через единицу площади, измеряемый в Вт/м<sup>2</sup>. Уровень звуковой мощности характеризует звуковую мощность  $W$  [Вт], излучаемую насосом в окружающее его воздушное пространство. Для того чтобы от интенсивности звука перейти к мощности, необходимо измеренную интенсивность звука умножить на площадь поверхности  $S$ , окружающей механизм, на которой производились измерения. Связь уровня звуковой мощности  $L_W$  и звукового давления  $L$  определяется следующим соотношением

$$L_W = L + 10 \lg(S) \text{ [дБ]}, \quad (2)$$

где  $S$  — площадь измерительной поверхности в м<sup>2</sup>. Для насосов с мощностью электродвигателя до 30 кВт площадь измерительной поверхности составляет от 6 м<sup>2</sup> для насосов мощностью менее 1,5 кВт и до 10 м<sup>2</sup> для насосов мощностью 30 кВт. Уровень звукового давления воз-

**Шум в помещении индивидуального теплового пункта складывается из прямого звука, излучаемого работающими насосами, и звука, отраженного от стен. Звуковая энергия излучаемого и отраженного шума суммируется**

душного шума этих насосов можно ориентировочно определять по формуле:

$$L = L_W - \Delta L \text{ [дБ]}, \quad (3)$$

где  $\Delta L = 8$  дБ для насосов мощностью менее 1,5 кВт,  $\Delta L = 10$  дБ для насосов мощностью 30 кВт.

Из сопоставления данных, приведенных в табл. 2 и 3, видно, что уровень звукового давления воздушного шума насосов значительно превышает допустимый уровень звукового давления воздушного шума в жилых комнатах квартир. Из этого следует, что при проектировании ИТП необходимо принять меры по предотвращению проникновения шума насосов в жилые помещения. Для достижения желаемого результата требуется знать источники шума в насосах и пути его распространения.

**Классификация шумов по источникам шума и путем его распространения**

По ГОСТ 12.1.029–80 шумы по источникам шума классифицируются:

1. Шум механического происхождения — шум, возникающий вследствие вибрации поверхностей машин и оборудования, а также одиночных или периодических ударов в сочленениях деталей, сборочных единиц или конструкций в целом.
2. Шум аэродинамического происхождения — шум, возникающий вследствие стационарных или нестационарных процессов в газах (истечение сжатого воздуха или газа из отверстий, пульсация давления при движении потоков воздуха или газа в трубах или при движении в воздухе тел с большими скоростями, горение жидкого и распыленного топлива в форсунках и др.).
3. Шум электромагнитного происхождения — шум, возникающий вследствие колебаний элементов электромеханических устройств под влиянием переменных магнитных сил (колебания статора и ротора электрических машин, сердечника трансформатора и др.).

## САМЫЙ ШИРОКИЙ АССОРТИМЕНТ ТЕПЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**ЭВАН**  
производитель теплового оборудования



На правах рекламы.

- **ПРОТОЧНЫЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ:** от 6 до 120 кВт
- **ЭЛЕКТРОКОТЛЫ:** от 2,5 до 480 кВт
- **ТВЕРДОТОПЛИВНЫЕ КОТЛЫ:** 18 и 21 кВт
- **КОСВЕННЫЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ:** от 60 до 1000 л
- **РАСШИРИТЕЛЬНЫЕ БАКИ:** от 8 до 10000 л
- **ТЕПЛОАКОПИТЕЛИ BUZ и BU:** от 100 до 1000 л

ЗАО «Эван» входит в подразделение NIBE Energy System шведского концерна NIBE.

На рынке с 1996 года.

ЗАО «ЭВАН», РФ, г. Нижний Новгород, пер. Бойновский, д.17

Тел./факс: +7 (831) 419-57-06, 432-96-06

[www.evan.ru](http://www.evan.ru), [www.nibe-evan.ru](http://www.nibe-evan.ru)

**NIBE**

4. Шум гидродинамического происхождения — шум, возникающий вследствие стационарных и нестационарных процессов в жидкостях (гидравлические удары, турбулентность потока, кавитация и др.).

По путям распространения в соответствии с ГОСТ 12.1.029–80 шумы делятся следующим образом:

1. Воздушный шум — шум, распространяющийся в воздушной среде от источника возникновения до места наблюдения.

2. Структурный шум — шум, излучаемый поверхностями колеблющихся конструкций стен, перекрытий, перегородок зданий в звуковом диапазоне частот.

### Источники шума насосов и пути его распространения

Источниками воздушного шума электронасоса являются вихреобразование на лопастях вентилятора электродвигателя, а также колебания наружных поверхностей насоса и электродвигателя под действием гидродинамических, механических и электромагнитных источ-

### Из приведенной выше оценки видно, что воздушный шум насосов не представляет серьезной опасности при формировании шумового фона в жилых комнатах

ников шума. У насосов с мощностью электродвигателя до 30 кВт мощность шума вентилятора превосходит мощность шума, излучаемого колебаниями наружных поверхностей насоса, поэтому уровень воздушного шума этих насосов равен уровню воздушного шума комплектованных электродвигателей.

Шум в помещении ИТП складывается из прямого звука, излучаемого работающими насосами, и звука, отраженного от стен. Так как звуковая энергия излучаемого и отраженного шума суммируются, уровни звукового давления в ИТП всегда выше значений, приведенных в паспортах насосов. Этот шум через стены проникает в смежные помещения. Уровни проникающего шума зависят от звукоизоляции стен и междуэтажных пере-

крытий. Согласно СНиП 23-03–2003, междуэтажные перекрытия, разделяющие жилые и встроенные шумные помещения, следует проектировать с повышенными требованиями к изоляции воздушного шума. Индекс изоляции воздушного шума таких перекрытий  $R_w$  составляет 57–62 дБ.

Не претендуя на строгость выполнения расчетов, проведем оценку шума насосов, проникающего в смежные с ИТП помещения. Так как под звукоизоляцией воздушного шума подразумевается снижение уровней звукового давления в децибеллах, обеспечиваемое разделяющим два помещения ограждением, шум, проникающий в смежное с ИТП помещение, определим путем вычитания индекса изоляции воздушного шума из уровня звукового давления  $L_A$  в помещении ИТП. Эту оценку можно выполнить применительно к конкретным насосам, приведенным в табл. 3.

Начнем оценку, например, с насоса КМ 100-65-200, имеющего из всех насосов, указанных в табл. 3, наибольший уровень звуковой мощности, равный 96 дБ(А).

### Допустимые уровни проникающего шума согласно СНиП 23-03–2003

табл. 2

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Уровень звукового давления* $L$ [дБ] в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровень звука** $L_A$ , дБ(А)	Максимальный уровень звука $L_{Amax}$ , дБ(А)*	
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000			8000
<b>Жилые комнаты квартир:</b>												
— в домах категории А	7:00–23:00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
	23:00–7:00	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
— в домах категорий Б и В	7:00–23:00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23:00–7:00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45

\* Эквивалентный уровень звукового давления. \*\* Эквивалентный уровень звука  $L_{Aэкв}$ .

### Уровни звуковой мощности насосов

табл. 3

Типоразмер насоса	Уровень звуковой мощности [дБ] в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц								Корректированный уровень звуковой мощности, дБ(А)	Среднеквадратичное значение виброскорости, мм/с
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
КМ 50-32-125	77	79	79	77	78	75	71	70	78	2,8
КМ 65-50-125	79	81	81	79	80	77	73	72	80	2,8
КМ 65-50-160	80	82	82	81	81	78	74	75	81	2,8
КМ 80-65-160	88	90	90	88	88	86	82	83	89	2,8
КМ 80-50-200	93	95	95	94	94	91	87	88	94	2,8
КМ 100-80-160	93	95	95	94	94	91	87	88	94	2,8
КМ 100-65-200	95	97	97	97	96	93	89	90	96	4,5
КМ 150-125-250	84	86	86	84	84	82	78	79	85	4,5
КМ 150-125-315	87	89	89	87	87	85	81	82	80	4,5
КМП 40-25-160	74	79	77	74	72	69	64	64	72	2,8
КМП 50-32-200	81	86	84	80	79	76	71	71	79	2,8
КМП 65-50-160	74	79	77	74	73	69	64	64	72	2,8
КМП 65-40-200	81	86	84	80	79	76	71	71	79	2,8
КМЛ 50-50-160	75	80	78	74	76	72	67	65	81	1,8
КМЛ 65-65-160	79	84	82	78	78	74	69	69	77	2,8
КМЛ 80-80-160	84	89	87	83	83	79	74	74	82	2,8
КМЛ 65-65-200	67	72	70	66	66	62	57	57	65	1,8

Насосы этой марки комплектуются электродвигателями мощностью 30 кВт. Уровень звукового давления воздушно-го шума насоса определим по формуле (3):  $96 - 10 = 86$  дБ(А). Если предположить, что энергии прямого и отраженного звука равны, уровень звукового давления в помещении ИТП составит  $86 + 10 \times \lg(2) = 89$  дБ(А), а ожидаемый уровень звукового давления, проникающего в смежное помещение через междуэтажное перекрытие, составит  $89 - 57 = 32$  дБ(А). Полученное значение проникающего шума примерно соответствует требованиям, предъявляемым к шуму, проникающему в жилые комнаты (табл. 2). Очевидно, что насосы с меньшими уровнями звуковой мощности дадут еще меньшие значения проникающего шума.

Из приведенной выше оценки видно, что воздушный шум насосов не представляет серьезной опасности при формировании шумового фона в жилых комнатах. Тем не менее, несмотря на то что стены и междуэтажные перекрытия имеют достаточную звукоизоляцию, защищающую смежные помещения от проникающего воздушного шума, насосы даже небольшой мощности часто являются причиной повышенного шума в жилых и других помещениях. Объясняется это тем, что мощность воздушного шума составляет менее 1% звуковой энергии, генерируемой насосом, остальные 99% звуковой энергии распространяются в виде вибраций по строительным конструкциям и звуковых волн по воде, заполняющей трубопроводы.

Вибрации насоса через крепление к фундаменту передаются на стены и междуэтажные перекрытия здания. Вибрации этих конструкций излучают звуковые волны (структурный шум) в воздушное пространство соответствующих помещений. Одновременно

вибрации патрубков насоса передаются присоединенным к нему трубопроводам, а гидродинамический шум, создаваемый рабочим колесом насоса, распространяется в виде звуковых волн по воде, заполняющей эти трубопроводы. В местах заделки или крепления трубопроводов к стенам и междуэтажным перекрытиям гидродинамический шум и вибрации трубопроводов передаются на стены и междуэтажные перекрытия, которые излучают их в воздушную среду в виде структурного шума.

#### Источники шума электромагнитного и механического происхождения

Основными источниками шума электромагнитного происхождения являются магнитострикция пакета статора электродвигателя и неоднородность магнитного поля в зазоре между ротором и статором, связанная с конечным числом пазов. Эти источники носят тональный характер с гармониками на частотах, кратных частоте тока, питающего электродвигатель, и частоте т.н. «зубцовой составляющей» в октавных полосах со средними частотами 500 и 1000 Гц. У современных электродвигателей источники электромагнитного происхождения, как правило, маскируются другими источниками шума в насосах.

#### У современных электродвигателей источники электромагнитного происхождения, как правило, маскируются другими источниками шума в насосах

Источниками шума механического происхождения являются неуравновешенность ротора электродвигателя и рабочего колеса, а также подшипники электродвигателя. Неуравновешенность ро-

тора электронасоса проявляется в виде тонального шума в октавной полосе со средней частотой 63 Гц, при частоте вращения ротора  $2900 \text{ мин}^{-1}$ , и в полосе со средней частотой 31,5 Гц, при частоте вращения ротора  $1450 \text{ мин}^{-1}$ . Подшипники качения являются источниками широкополосного шума в октавных полосах со средними частотами 500 и 1000 Гц. Эти источники часто становятся причиной повышенного структурного шума в помещениях, смежных с помещением насосной даже в тех случаях, когда воздушный шум насосов соответствует требованиям. Интенсивность шума механического происхождения зависит от качества изготовления и сборки насоса и электродвигателя. Правильный выбор поставщика электронасоса, а также использование средств виброизоляции позволит избежать неприятностей, связанных с механическими источниками шума.

#### Источники шума гидродинамического происхождения

Источником шума гидродинамического происхождения является рабочее колесо насоса. Турбулентные пульсации давления и кавитация, возникающие в рабочем колесе, вызывают возникновение звуковых волн в перекачиваемой жидкости и колебания стенок корпуса насоса. Гидродинамические источники шума охватывают весь звуковой диапазон частот от 5 Гц до 20 кГц. Как указывалось выше, колебания корпуса насоса излучают воздушный шум и передаются трубопроводам. Звуковые волны в жидкости распространяются по трубопроводам на большие расстояния и в случае контакта трубопроводов со строительными конструкциями вызывают излучение структурного шума в помещения, расположенные на значительном удалении от ИТП.

**СИСТЕМЫ БЫСТРОГО МОНТАЖА **LOIATO****  
 коллекторы  
 насосные группы  
 гидравлические стрелки

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

ВИБ.ТЭК®  
 ВИБАТЭК



На правах рекламы.

Производство и продажа нержавеющей дымоходов

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

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



На правах рекламы.

При отсутствии кавитации интенсивность гидродинамического шума увеличивается пропорционально шестой степени скорости течения жидкости  $V$ :

$$L_2 - L_1 = 60 \lg(V_2/V_1), \quad (4)$$

где  $L_1$  — уровень гидродинамического шума при скорости течения  $V_1$ ;  $L_2$  — уровень гидродинамического шума при скорости течения  $V_2$ .

Вследствие степенной зависимости интенсивности гидродинамического шума от скорости течения определяющий вклад в шумообразование в насосе вносят те его элементы, где скорость жидкости достигает максимальных значений. В центробежных насосах жидкость приобретает максимальную скорость на выходе из рабочего колеса. Здесь скорость жидкости составляет 50–80% от окружной скорости  $U_2$  на наружном диаметре  $D_2$  рабочего колеса. Эта же скорость  $U_2$  определяет напор, развиваемый рабочим колесом, и так как напор колеса пропорционален квадрату скорости  $U_2$ , связь уровней гидродинамического шума насоса с его напором описывается формулой:

$$L_2 - L_1 = 30 \lg(H_2/H_1) \text{ [дБ]}, \quad (5)$$

где  $L_1$  — уровень гидродинамического шума насоса с напором рабочего колеса  $H_1$ ;  $L_2$  — уровень гидродинамического шума насоса с напором рабочего колеса  $H_2$ . Формула (4) позволяет определить снижение шума гидродинамического происхождения при частотном регулировании насоса, а формула (5) — при замене одного насоса другим насосом с меньшим напором.

Необходимо отметить, что аэродинамический шум подчиняется тем же зако-



Фото компании-производителя

номерностям (4) и (5), что и гидродинамический. Например, если в ночное время, когда требования к шуму в жилых комнатах максимальны, частоту вращения насоса, расположенного в ИТП, снизить в два раза с 2900 до 1450 мин<sup>-1</sup>, интенсивность аэродинамических и гидродинамических источников шума снизится на 18 дБ. Это значительно улучшит шумовую обстановку в помещениях.

Другой пример. Запас по напору насоса 20%, заложенный при проектировании ИТП, увеличивает не только шум гидродинамического происхождения на

3 дБ, но и вероятность возникновения кавитации в регулирующей арматуре.

Значительное снижение шума гидродинамического происхождения можно получить, если использовать многоступенчатые насосы. В таком насосе ступени расположены последовательно, напоры рабочих колес складываются. Соответственно напор одного рабочего колеса равен напору насоса, деленному на число ступеней. Если одноступенчатый насос с напором  $H_1$  заменить двухступенчатым с тем же напором  $H_1$ , то напор одного рабочего колеса двухступенчатого насоса будет равен  $0,5H_1$ . В соответствии с формулой (5) изменение уровня шума гидродинамического происхождения составит:

$$L_2 - L_1 = 30 \lg(0,5H_2/H_1) = 30 \sqrt{g} = -9 \text{ дБ.}$$

При замене одноступенчатого насоса трехступенчатым снижение шума составит 14 дБ, четырехступенчатым — 18 дБ. При этом следует иметь в виду, что при напоре рабочего колеса менее 10 м вод. ст. шумы насоса соизмеримы с шумом течения воды по трубопроводу и дальнейшее увеличение числа ступеней не даст ожидаемых результатов.

При снижении давления на входе в насос ниже определенной величины вода в насосе закипает. Это явление называется кавитацией и является самым мощным источником гидродинамического шума в насосах. При появлении кавитации уровни гидродинамического шума увеличиваются на 20–40 дБ. Большинство производителей насосов в своих каталогах приводят значения кавитационного запаса, необходимого для предотвращения кавитации в насосе. Эти значения определяются по изменению их энергетических характеристик, т.е. по изменению напора, подачи или мощности.

Такое определение кавитационного запаса предусмотрено как российскими, так и зарубежными стандартами.

**Конструктивное исполнение насоса также оказывает заметное влияние на распространение структурного шума гидродинамического, электромагнитного и механического происхождения**



Фото компании-производителя

Шумовое проявление кавитации наблюдается значительно раньше, чем начинаются изменения энергетических характеристик насосов. Кавитационный запас, определенный по моменту возникновения кавитационного шума, как правило, в три-четыре раза превышает кавитационный запас, определенный по изменению энергетических характеристик насоса. Это следует учитывать при проектировании ИТП.

### Влияние конструкции насоса на интенсивность шума

Конструктивное исполнение насоса также оказывает заметное влияние на распространение структурного шума гидродинамического, электромагнитного и механического происхождения. Конструкция горизонтального консольного моноблочного насоса предусматривает его крепление к фундаменту посредством лап на корпусе электродвигателя и корпусе насоса. Близость источников шума к узлам крепления насоса создает благоприятные условия для распространения структурного шума и требует массивного виброизолированного фундамента. С точки зрения распространения структурного шума лучше конструкция насосов с патрубками «в линию». В этих насосах источники электромагнитного и механического происхождения не имеют непосредственного контакта со строительными конструкциями, а чугунные детали насоса создают заметное затухание структурного шума.

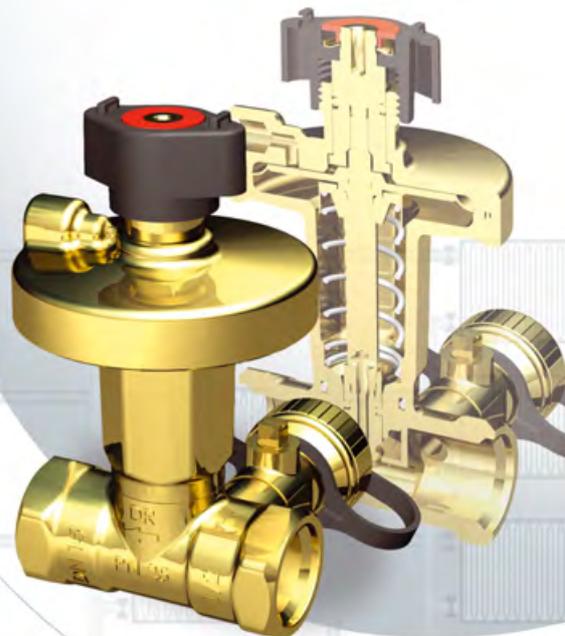
Самую благоприятную конструкцию имеют вертикальные многоступенчатые насосы с патрубками «в линию». Здесь основание насоса, на котором расположены лапы для крепления насоса к фундаменту, а также напорный и всасывающий патрубки, не подвержено воздействию турбулентного потока из рабочего колеса. Это снижает вибрации основания гидродинамического происхождения. Тонкостенная рубашка насоса, расположенная между фонарем и основанием, создает дополнительное затухание вибраций, идущих со стороны двигателя.

**Выводы таковы.** Наиболее вероятной причиной повышенных значений проникающего шума насосов является распространение структурного шума. При проектировании ИТП особое внимание надо уделять мерам по предотвращению распространения структурных шумов, генерируемых насосами по трубопроводам, стенам и междуэтажным перекрытиям. При подборе насосов для ИТП следует отдавать предпочтение насосам «в линию» и вертикальным многоступенчатым насосам с патрубками в линию. Напор рабочего колеса насоса не должен превышать 20 м. При назначении режимов необходимо полностью исключить возникновение кавитационного шума в насосах. Для этого располагаемый кавитационный запас должен в три-четыре раза превышать значение кавитационного запаса, указанного в документации насоса.

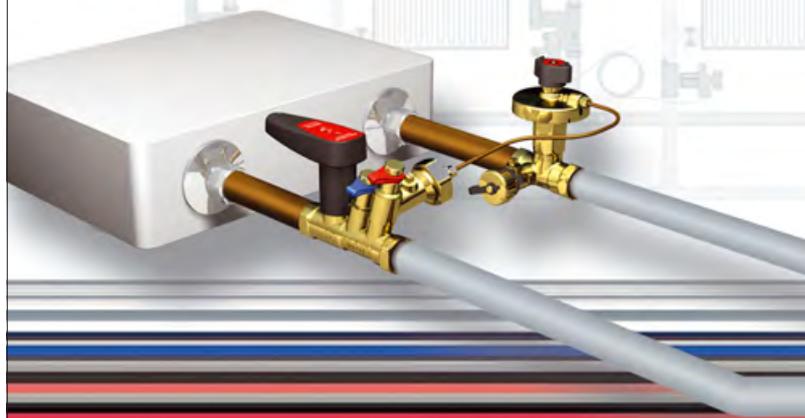
При правильном подборе насосов и выполнении требований СНиП 23-03-2003 к звукоизоляции и предотвращению распространения структурного шума насосы ИТП не будут источником повышенного проникающего шума. ●

1. ГОСТ 22247-96. Насосы центробежные консольные для воды. Основные параметры и размеры, требования безопасности, методы контроля.
2. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. Государственный комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Гострой России). — М., 2004.
3. ГОСТ 12.1.029-80. Группа Т58 «Государственный Стандарт Союза ССР. Система стандартов безопасности труда. Средства и методы защиты от шума. Классификация».

**BROEN  
BALLOREX®  
DP**



**Идеальная балансировка  
Совершенная конструкция**



**BROEN**

INTELLIGENT FLOW SOLUTIONS

САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

РЕГУЛИРУЮЩАЯ АРМАТУРА

ТЕПЛО-СНАБЖЕНИЕ И ГАЗ

КРАНЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРИЙ

АВАРИЙНЫЕ ДУШИ



## Экономия тепловой энергии на теплоснабжение зданий

Важным вопросам экономии тепловой энергии, снижению расхода котельно-печного топлива, создания энергоэффективных зданий всегда уделялось большое внимание. В качестве примеров можно привести работы профессора Л.Д. Богуславского [1], к.т.н. В.Н. Лившица [2] и статьи [3, 4, 5, 6].

Необходимость рационального использования и экономии топливно-энергетических ресурсов вызвана тем, что, во-первых, большая часть территории РФ относится к первому климатическому району, отличающемуся суровой и продолжительной зимой (продолжительность отопительного периода в среднем составляет более 60% годового времени, а температура воздуха наиболее холодной пятидневки около  $-30^{\circ}\text{C}$ ). К тому же плотность населения РФ значительно меньше плотности в странах Европы.

Во-вторых, во второй половине XX века в СССР началось интенсивное освоение новых нефтяных и газовых месторождений, а также месторождений угля, расположенных в отдаленных труднодоступных районах азиатской части с суровыми природными условиями, что привело к росту затрат на добычу и транспорт нефти и природного газа. Тогда как в европейской части СССР проживало почти четыре пятых населения и производилось около 80% продукции.

В-третьих, с середины XX века в СССР было начато массовое строительство (около 30 лет ежегодно вводилось в эксплуатацию почти по 100 млн  $\text{м}^2$  жилья). В-четвертых, расчеты показывали, что мероприятия по экономии энергии у потребителей по капиталовложениям обходятся в два раза меньше затрат на прирост ее производства и преобразования. В-пятых, большинство источников теплоснабжения в СССР и РФ, начиная со второй половины XX века, используют газообразное и жидкое топливо. В связи с этим следует отметить, что по данным, приведенным в газете «Аргументы и факты» (№ 38 за 2011 г.), при добыче нефти в РФ на уровне 2010 г. разведанные на сегодня запасы нефти могут быть исчерпаны уже через 21 год!

По мнению советских специалистов форсирование добычи и рационального использования угля считалось разумным путем, позволяющим обеспечить стабильный, устойчивый в перспективе топливно-энергетический баланс страны.

В связи с увеличением энергопотребления, ростом «экологической опасности» и незначительных запасов газообразного и жидкого топлива в настоящее время уделяется повышенное внимание использованию альтернативных источников энергии и внедрению систем утилизации внутренних тепловыделений. В-шестых, сейчас стоимость тепловой энергии постоянно растет, особенно в последние годы. Если в 2005 г., например, 1 МВт тепловой энергии в городе Москве стоил 374 руб., то в 2011 г. более 1140 руб., т.е. почти в три раза. Это, с одной стороны, связано с сокращением теплопотребления, с другой — со значительной стоимостью существующих систем теплоснабжения.

К сожалению, до настоящего времени уровень теплосащиты зданий в РФ ниже, чем в большинстве стран Европы [7], хотя климат в Европе теплее (табл. 1).

Создание энергоэффективных зданий представляет собой комплексную проблему, которая включает в первую очередь архитектурно-планировочные, строительные и теплотехнические решения зданий, ведение технологического процесса, расположение объектов на местности по отношению к странам света, источникам энергоснабжения (тепло-, газо- и электроснабжения). А также элементы систем инженерного обеспечения заданного микроклимата и их эффективную эксплуатацию.

С 1 сентября 1995 г. Госстроем РФ введено в действие изменение № 3 СНиП 11-3-79\* [8], позднее изменение № 4, предусматривающие значительное увеличение сопротивления теплопередаче наружных ограждений (табл. 2). Как видно из приведенных в таблице данных, сопротивление теплопередаче наружных массивных ограждений жилых зданий, проектируемых после 1995 г., должно быть более чем в три раза, а окон — почти в полтора раза. То есть, при соблюдении только этих требований СНиП [8, 9] можно более чем вдвое уменьшить потребление тепловой энергии.

Добавим, что сопротивление теплопередаче окон меньше сопротивления теплопередаче наружных стен почти в пять-шесть раз. В теплый же период года через 1 м<sup>2</sup> площади окна (при отсутствии солнцезащитных устройств) в расчетные часы может поступать в помещение до 400–500 Вт и более тепловой энергии за счет солнечной радиации и теплопередачи. Таким образом, окно можно назвать «черной дыркой». Стремление к увеличению сопротивления теплопередаче приводит к уменьшению их светопропускания и увеличению стоимости.

Строительными нормами и правилами предусмотрено ограничение отношения площади светопрозрачных поверхностей к площади пола в жилых домах [10] и к площади наружных стен в общественных зданиях [11]. Несмотря на это, до сих пор продолжается проектирование и строительство жилых (особенно индивидуальных) домов и общественных зданий с повышенной площа-

### Сопротивление теплопередаче наружных массивных ограждений жилых зданий, проектируемых после 1995 г., должно быть более чем в три раза, а окон — почти в полтора раза

дью остекления, достигающей порогу 50% и более. Повышенное остекление можно считать допустимым в зданиях, имеющих большую глубину. Например, в крупных зданиях вокзалов, аэропортов, торговых центров с круглосуточной работой, не имеющих рабочих мест в непосредственной близости от окон.

С увеличением площади остекления увеличиваются тепловые потери через вертикальные наружные ограждения в холодный период года и теплопоступления за счет солнечной радиации в теплый период и, как следствие, капитальные затраты и стоимость эксплуатации систем обеспечения микроклимата.

Изменение среднего значения сопротивления теплопередаче вертикального ограждения (стены и окон)  $R_{\text{ср.во}}$  в зависимости от коэффициента остекления вертикального ограждения  $\beta$ , равного отношению площади окон к площади всего вертикального ограждения, представлено в табл. 3. Так, при 60%-м остеклении среднее сопротивление теплопередаче вертикального наружного ограждения почти в два раза меньше сопротивления теплопередаче наружной стены. Также здания с повышенным остеклением менее теплоустойчивы в условиях резких колебаний температуры наружного воздуха и интенсивности солнечной радиации в течение суток.

В зданиях с повышенным остеклением практически невозможно добиться величины расчетного удельного расхода тепловой энергии на отопление здания, кДж/(м<sup>2</sup>·°C·сут.) или кДж/(м<sup>3</sup>·°C·сут.), меньше нормируемого удельного расхода для различных типов жилых и общественных зданий, представленного в СНиП 23-02-2003 [9], и, тем более, выполнить требование Правил [12], утвержденных Постановлением Правительства РФ от 25.01.2011 г. за № 18. Надо отметить и то, что стоимость 1 м<sup>2</sup> окна с учетом солнцезащитных устройств больше стоимости 1 м<sup>2</sup> наружной стены.

В последнее время строятся разные в плане и разрезе здания. Если одни имеют преимущественно плоские фасады, то другие сложную в плане и разрезе форму, ломаные фасады с включением эркеров, выступов, углублений. Во втором случае увеличивается показатель компактности, выражающий отношение общей площади внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций к отапливаемому объему здания и который не должен превышать нормируемых значений [8]. Тепловые потери через наружные ограждения могут быть увеличены еще на 15–20% и более.

С целью получения большей экономии тепловой энергии при эксплуатации систем отопления СНиП 41-01-2003 [13] предусматривает проектирование отопления жилых зданий, обеспечивая регулирование и учет расхода теплоты на отопление каждой квартирой, группами помещений общественного и другого назначения, расположенными в доме, а также зданием в целом. Можно проектировать системы теплоснабжения без автоматического регулирования при расчетном расходе теплоты зданием (включая расходы теплоты на отопление, вентиляцию, кондиционирование и горячее водоснабжение) менее 50 кВт.

☞ Среднемесячная температура воздуха в городах России и Европы

табл. 1

Города	Месяцы года							
	январь	февраль	март	апрель	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Москва	-10,2	-9,2	-4,3	4,4	10,7	4,3	-1,9	-7,3
Санкт-Петербург	-7,8	-7,8	-3,9	3,1	10,9	4,9	-0,3	-5,0
Саратов	-11,0	-11,4	-4,8	6,6	14,0	5,4	-2,0	-8,3
Астрахань	-6,7	-5,6	0,4	9,9	17,3	9,6	2,4	-3,2
Стокгольм	-3	-3	-1	3	11	6	2	-2
Вена	-1	1	5	9	11	9	4	1
Копенгаген	1	0	2	6	13	8	3	2
Брюссель	3	3	5	8	15	10	5	3
Париж	3	4	6	10	15	10	6	3

☞ Теплотехнические показатели наружных ограждений жилых домов

табл. 2

Показатели	Наружная стена	Окно, балконная дверь	Покрытие	Перекрытия		
				чердачн.	над проезд.	над холодными подвалами
Нормативный температурный перепад $\Delta t_{\text{н}}$ [°C], до изм. 3 / после изм. 3	6 / 4	- / -	4 / 3	4 / 3	2 / 2	2 / 2
Минимальное приведенное сопротивление теплопередаче [м <sup>2</sup> ·°C/Вт], до изм. 3, 4	0,90	0,38	1,35	1,22	2,70	1,62
С учетом изм. 3, 4, по (1) / из условия энергосбережения (2-й этап)**	1,35 / 3,15	- / 0,53	1,80 / 4,70	1,63 / 4,15	2,70 / 4,70	1,62 / 4,15

\* В городе Москве и Московской области. \*\*  $\Delta t_{\text{н}}$  — расчетная разность температуры воздуха в помещении внутренней поверхности наружного ограждения. \*\*\* При числе градусо-суток отопительного периода (ГСОП), равном 4943.

☞ Среднее сопротивление теплопередаче наружного вертикального ограждения

табл. 3

Градусо-сутки отопительного периода, °C·сут.	Сопротивление теплопередаче, (м <sup>2</sup> ·°C)/Вт		Значение среднего сопротивления теплопередаче наружного вертикального ограждения (стены и окна) $R_{\text{ср.во}}$ * [(м <sup>2</sup> ·°C)/Вт], в зависимости от коэффициента остекления $\beta$			
	наружной стены, $R_{\text{нс}}$	окна, $R_{\text{ок}}$	0,2	0,4	0,6	0,8
2000	2,8	0,45	2,31	1,86	1,39	0,92
4000	3,5	0,6	2,92	2,34	1,76	1,18
6000	4,2	0,7	3,50	2,80	2,10	1,46

\*  $R_{\text{ср.во}} = R_{\text{нс}}(1 - \beta) + R_{\text{ок}}\beta$ .

Для определения расхода теплоты каждой квартирой (с учетом показаний общего счетчика) в жилых домах требуется предусмотреть:

- установку общего счетчика расхода теплоты для здания в целом с организацией поквартирной оплаты за тепловую энергию пропорционально отапливаемой площади квартир или по другим показателям;
- устройство поквартирного учета теплоты индикаторами расхода теплоты на каждом отопительном приборе в системе отопления с общими стояками для нескольких квартир, в т.ч. в системе поквартирного отопления;
- установку счетчика расхода теплоты для каждой квартиры при устройстве поквартирных систем отопления с горизонтальной разводкой труб.

В последнее время начали проектировать системы поквартирного отопления и в многоэтажных жилых домах, имеющих центральную систему отопления. Но стоимость систем поквартирного отопления превышает стоимость традиционных систем приблизительно на 7–8% [14]. Верно, они имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с традиционными системами (вертикальными многостояковыми). Собственно, только при квартирной системе жители заинтересованы в экономии теплоты. К преимуществу, например, относят [12] и экономию тепловой энергии на отопление за счет снижения температуры воздуха в помещениях квартиры до 16°C при отсутствии в ней жильцов. Однако в многоквартирных домах экономия тепловой энергии в квартире при пониженной в ней температуре воздуха получается преимущественно за счет жильцов соседних квартир.

Дело в том, что на 1 м<sup>2</sup> площади пола помещения приходится около 3 м<sup>2</sup> площади поверхностей межквартирных ограждений, смежных с соседними квартирами. К тому же, коэффициент теплопередачи межквартирных ограждений почти в восемь-десять раз больше коэффициента теплопередачи наружных стен. Следовательно, при снижении температуры воздуха в помещении до 16°C тепlopоступления из соседних квартир (с температурой воздуха в них 21–22°C) могут компенсировать значительную часть тепловых потерь в помещении с пониженной температурой.

Необходимо отметить и другое. Не редко квартиры в новых домах продаются без внутренней отделки. В квартирах с традиционными системами отопления обычно проходят стояки и уста-

**При любом варианте теплоснабжения необходимо его систематическое комплексное обследование и своевременное внедрение энергосберегающих мероприятий, достижений науки и техники**

навливаются отопительные приборы. В ряде жилых домов так называемый евроремонт в квартирах (с заменой отопительных приборов и труб системы отопления) длится два-три и более лет после ввода в эксплуатацию жилого дома, т.к. в покупаемых квартирах собственники, вкладывая деньги в недвижимость, не спешат делать ремонт. Естественно возникает вопрос. Каким образом можно поддерживать положительную температуру в квартирах с поквартирными системами отопления до ремонта? Ведь централизованно монтируются только межквартирные стояки с ответвлениями к коллекторам поквартирной системы отопления каждой квартиры.

Наконец, стоит вопрос и об оплате за тепловую энергию, расходующую для поддержания требуемой температуры в лестничных клетках, лифтовых холлах, вестибюлях и теряемую в магистральных трубах систем отопления. Как и при использовании индикаторов расхода теплоты на каждом отопительном приборе в традиционной системе отопления необходимо разрабатывать методику оплаты за тепловую энергию с учетом расходующей теплоты за пределами квартиры. И еще. При выполнении поквартирной системы по лучевой схеме (когда трубы прокладываются в конструкции пола в теплоизоляции) представляется необходимым делать исполнительную документацию на систему отопления, чтобы избежать неприятностей при возможной перепланировке квартиры.

Обращает особое внимание и другой вопрос. Это тепловые потери в тепловых сетях, достигающие по данным [15] от 20 до 50%, в связи с плохим состоянием тепловой изоляции тепловых сетей как в надземном, так и в подземном исполнении. В последнем случае основной причиной является наличие воды в каналах и колодцах теплосетей. Повышенный расход топлива содействует неблагоприятному изменению климата.

Значительно сократить тепловые потери, затраты на строительство и обслуживание тепловых сетей позволит бесканальная прокладка труб в известной пенополиуретановой (ППУ) изоляции с полиэтиленовой оболочкой и с систе-

мой оперативного дистанционного контроля (ОДК), встроенной в конструкцию теплопроводов, или в пенополимерминеральной (ППМ) теплогидроизоляции производства НПП «Пенополимер» (город Коломна Московской области) [16]. Верно, при прокладке труб в ППУ-изоляции требуется качественное выполнение строительно-монтажных работ.

Кроме того, по данным Госгортехнадзора РФ особую озабоченность вызывает рост числа оборудования, отработавшего расчетный ресурс эксплуатации и работающего на пониженных параметрах. Более 75% энергоблоков и 85% котлов ТЭС, ТЭЦ и котельных, находящихся в системе РАО «ЕЭС России», исчерпали расчетный ресурс эксплуатации. Это можно расценивать как результат не правильной технической политики и не рационального использования финансовых средств в течение многих лет.

На 2000 г., по данным авторов Концепции [15], доля крупных теплофикационных систем на базе ТЭЦ общего пользования в суммарной тепловой мощности всех источников теплотенергии составляет около 70% (вырабатывается около 1,5 млн Гкал/год). Около 600 млн Гкал/год тепла производят около 68 тыс. коммунальных котельных. Нельзя не отметить и тот факт, что многие отечественные производственные потребители тепловой энергии или не работают, или работают не на полную мощность. Во многих случаях производственные здания переоборудованы под офисы, банки, торговые центры и т.д. В этом случае тепловые мощности ряда существующих котельных не востребованы, а затраты по поддержанию в рабочем состоянии системы теплоснабжения в большей степени перекладываются на плечи потребителей жилищно-коммунального характера (жилые дома, общественные здания).

Перечисленные выше недостатки в теплоэнергетике, а также веерные отключения электропотребителей в условиях безнаказанности и безответственности, несвоевременная поставка топлива, а не сильные морозы стали основной причиной выхода из строя систем теплоснабжения, водоснабжения, отопления жилых, общественных и производственных зданий и сооружений, резкого ухудшения технико-экономических показателей работы системы централизованного теплоснабжения.

Несомненно, в больших и малых городах и поселках городского типа, с точки зрения интересов массового потребителя тепловой энергии, а не владельцев конкретно рассматриваемого объекта,

будущее за централизованным теплоснабжением на основе сжигания в последующем преимущественно твердого топлива, использования атомной и других источников возобновляемой энергии.

Оплату за фактически потребляемую тепловую энергию можно значительно сократить и при сложившейся схеме теплоснабжения, если вести учет тепловой энергии не только у каждого теплопотребителя, но и на выходе из котельной или ТЭЦ (программа минимум), анализировать и своевременно устранять причины сверх нормативной разницы количества тепловой энергии, отпускаемой источником и доходящей до потребителей.

Но в реализации этой программы пока не заинтересованы теплоснабжающие организации. Им проще брать деньги за тепловую энергию не фактически потребляемую, а в соответствие с расчетными проектными данными объекта. К сожалению, сейчас практически никто не несет ответственность за плохую работу системы централизованного теплоснабжения, если иметь в виду к тому же возможное отключение электро- и водоснабжения в холодный период года.

Необходима разработка и внедрение эффективного и правового механизма, который бы стимулировал энергосбережение не только производителей и потребителей тепловой энергии, но и теплопередающих организаций.

В условиях непрерывного повышения стоимости коммунальных услуг должно быть прозрачным расходование денежных средств, поступающих преимущественно от населения и из бюджета.

При любом варианте теплоснабжения необходимо его систематическое комплексное обследование и своевременное внедрение энергосберегающих мероприятий, достижений науки и техники [17, 18] на всем пути от источника до потребителей тепловой энергии и горячей воды включительно, что позволит значительно сократить потребление и стоимость тепловой энергии. ●

1. Богуславский Л.Д. Экономика теплоизоляции зданий / Реком. в развит. СНиП 11-А.7-62 «Строительная теплотехника». — М.: НИИСФ, 1969.
2. Лившиц В.Н. Выбор оптимальных решений в технико-экономических расчетах. — М.: Изд-во «Экономика», 1971.
3. Кутателадзе С., Бурдуков А., Псахис Б. Куда текут теплые реки // Правда, 21.02.1977.
4. Богуславский Л., Громов Н., Дешко Э., Некрасов А., Шарова М., Ивьянский И. Зачем отапливать улицу // Известия, 07.12.1977.
5. Бесчинский А.А., Вольфберг Д.Б., Доброхотов В.И. и др.; Под ред. Д.Г. Жимерина. Современные проблемы энергетики: Сб. статей. — М.: Энергоатомиздат, 1984.
6. Крупнов Б.А., Крупнов Д.Б. Определение оптимального сопротивления теплопередаче наружного ограждения / Сб. докл. науч.-практ. конф. НИИСФ, 1999.
7. Повышение эффективности использования энергии в жилищном секторе Дании / Под ред. к.э.н. А.М. Мастепанова и д.э.н. Ю.М. Когана, Российско-Датский институт энергоэффективности.
8. СНиП 11-3-79\*. Строительная теплотехника. — М.: ГУП ЦПП, 1998.
9. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. — М.: ГУП ЦПП, 2004.
10. СНиП 2.08.01-89\*. Жилые здания. — М.: ГУП ЦПП, 2000.
11. СНиП 31-06-2009. Общественные здания и сооружения. — М.: ГУП ЦПП, 2010.
12. Правила установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений, утв. Постановлением Правительства РФ от 25.01.2011, №18.
13. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. — М.: ГУП ЦПП, 2004.
14. Никитин С.Н., Шилкин Н.В. Поквартирные системы отопления // АВОК, №2/2011.
15. Кара-Мурза С.Г., Телегин С.Г. Царь-холод, или Почему вымерзает Россия. — М.: Алгоритм, 2003.
16. Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в пенополимерминеральной (ППМ) изоляции АТР 313.ТС-014.000 / ОАО «Объединение ВНИПИЭнергопром» РАО «ЕЭС России». — М., 2005.

На правах рекламы.

# ТЕПЛО ЗЕМЛИ ГРЕЕТ ВАШ ДОМ

## Геотермальные тепловые насосы



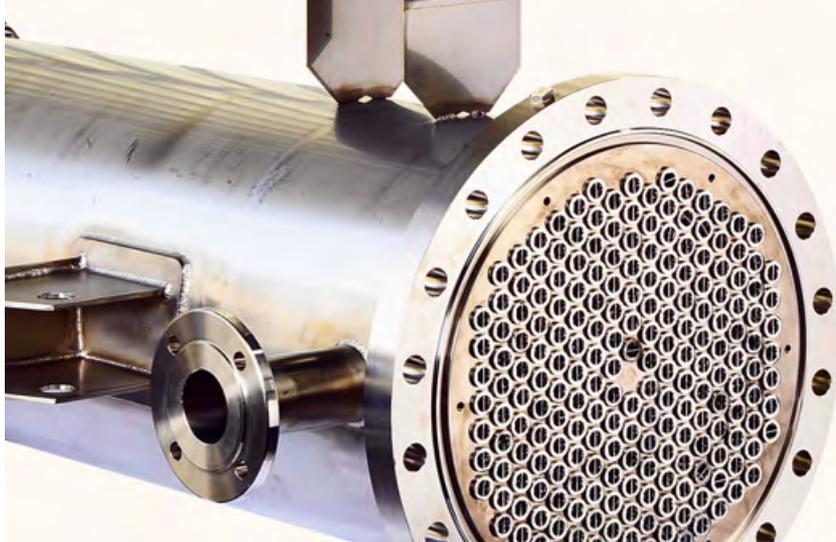
 **ЭВАН**  
производитель теплового оборудования

ЗАО «ЭВАН»

РФ, г. Нижний Новгород  
пер. Бойновский, д.17

Тел./факс: +7 (831) 419-57-06  
432-96-06

[www.nibe-ewan.ru](http://www.nibe-ewan.ru)  
[www.ewan.ru](http://www.ewan.ru)



## Утилизация тепла охлаждающих жидкостей

В настоящее время вопросам энергосбережения уделяется все более пристальное внимание, все активнее изыскиваются различные варианты снижения энергозатрат, рассматриваются и реализуются. В то же время все еще остается скорее исключением, чем правилом, отбор тепла от разного рода охлаждающих жидкостей с целью его последующего использования.

В большинстве случаев это тепло (к сожалению, зачастую низкопотенциальное) в огромных количествах рассеивается в окружающую среду через градирни, системы разомкнутого водяного охлаждения и просто путем конвективного теплообмена с окружающим воздухом. В итоге происходит тепловое загрязнение окружающей среды, непродуктивно расходуются средства на создание весьма недешевых систем, и, главное, бесцельно тратится энергия, которую параллельно, зачастую для покрытия нужд того же потребителя, вырабатывают генерирующие мощности.

Причин такого невнимания к источнику энергии в виде сбросного тепла разнообразных систем охлаждения достаточно много. При этом еще недавно основными были объективные причины — чрезвычайно большие массогабаритные характеристики первичных средств съема тепла, т.е. теплообменников, и их, в значительной мере обусловленная этим, высокая стоимость и сложность компоновки на объекте. Кроме того, сдерживающим фактором являлась дороговизна тепловых насосов, призванных превратить бросовое низкопотенциальное тепло, повысив его температурный уровень, в продукт, подлежащий дальнейшему использованию.

С сожалением следует отметить, что сегодня, несмотря на то что среди этих причин уже практически нет объективных, процесс энергосбережения путем повторного использования рассматриваемого тепла остается на точке замерзания. Большинство причин недостаточно активного использования этих вторичных ресурсов лежит уже в субъективной плоскости. Это как косность мышления, так и отсутствие знаний о современных технических устройствах, способных эффективно решать такие задачи.

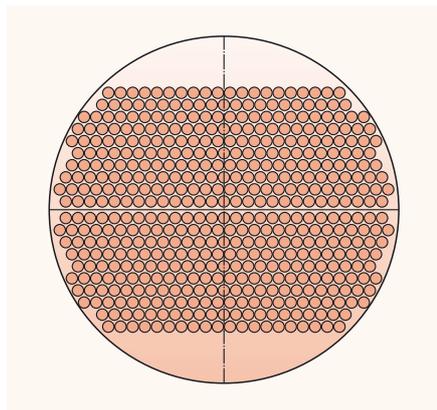
В данном случае имеется в виду, что уже существует возможность перевода низкопотенциальной тепловой энергии на более высокий температурный уровень с помощью тепловых насосов,

а также, как первое условие этого, имеются высокоэффективные теплообменные аппараты для съема низкопотенциального тепла. Высокоэффективные теплообменные аппараты являются первым и непреложным условием потому, что для утилизации сбросного тепла необходимо в первую очередь осуществить его эффективную передачу от охлаждающей жидкости какому-то теплоносителю, от которого это тепло может быть затем передано либо непосредственно потребителю, если есть процессы, требующие тепла на низком температурном уровне, либо передано в цикл теплового насоса для повышения энергетического качества этого тепла.

### **Анализ этих результатов показывает, что модифицированный аппарат ТТАИ полностью обеспечивает требования по эффективному отбору тепла**

Отсутствие в прежние годы эффективных теплопередающих аппаратов, особенно для вязких жидкостей, наряду с отсутствием эффективных тепловых насосов объективно препятствовало энергосбережению путем утилизации сбросного тепла. Сегодня такие устройства существуют и рассмотрению одного из современных теплопередающих аппаратов, созданного специально для целей отбора низкопотенциального тепла от сложных в теплотехническом отношении сред — моторных масел, посвящена настоящая статья. Эти аппараты созданы путем модифицирования под специфические условия теплообмена с высоковязкими средами эффективных теплообменных аппаратов типа ТТАИ.

Аппараты ТТАИ, созданные нашими сотрудниками с использованием опыта, накопленного в ходе многолетних работ по созданию теплообменников для нужд советского военно-морского флота, отличаются как высокой эффективностью



❖ **Рис. 1.** Группировка теплопередающих трубок в центральной части

так и исключительно малыми массогабаритными характеристиками. Кроме того, по сравнению с аналогами они удобнее в обслуживании и, как правило, лучше komponуются на объекте. Однако весь комплекс вышеуказанных преимуществ в полной мере проявляется при работе этих аппаратов на вязких капельных жидкостях, для обеспечения теплообмена между которыми эти аппараты и создавались.

Причина в том, что среди значительного количества новых технических решений, заложенных как в конструкцию, так и в технологию изготовления этих аппаратов, имеется целый ряд специфичных решений, обеспечивающих тонкий механизм воздействия на определенные слои движущейся жидкости на базе учета особенностей теплофизических свойств таких рабочих сред. Представляло практический интерес разработать на базе этих теплообменников легкие и компактные аппараты для высокоэффективного отбора тепла от охлаждающего различные машины и механизмы смазочного масла.

Для этого мы провели работы по модификации серийно выпускаемых аппаратов ТТАИ с учетом особенностей поставленной задачи. Такой модифицированный теплообменник, предназначенный для отбора тепла от охлаждающей компрессор масловоздушной смеси, был испытан на испытательном стенде НПАО «ВНИИ компрессормаш» в составе компрессорной установки.

Испытанный теплообменный аппарат сохранил в себе все основные признаки теплообменников семейства ТТАИ, т.е. это кожухотрубный аппарат с тонкостенным корпусом, выполненным из высоколегированной нержавеющей стали аустенитного класса, в котором подвижно (с использованием принципа плавающих трубных решеток, причем

обеих) размещен высококомпактный, плотно упакованный трубный пучок, собранный из особотонкостенных труб малого диаметра (6 мм), расположенных по специальным образом выполненной разбивке. Трубные решетки пучка, на которых предусмотрено особое двухступенчатое уплотнение с вестовыми отверстиями, изготовлены по специальной технологии из композитных материалов. Теплопередающие трубки пучка, также из высоколегированной нержавеющей стали аустенитного класса, но кислотостойкой группы (благодаря иному составу и сочетанию легирующих элементов), имеют специальный, т.н. «термодинамически целесообразный», профиль.

### **Отсутствие в прежние годы эффективных теплопередающих аппаратов объективно препятствовало энергосбережению путем утилизации сбросного тепла**

Указанные конструктивно-технологические особенности теплообменников ТТАИ позволяют получать целый комплекс потребительских свойств, выгодно отличающих эти аппараты от аналогов и открывающих широкие перспективы, как с технической, так и экономической точек зрения, их применения для утилизации вторичных энергоресурсов.

Среди основных технических отличий можно назвать следующие. Установка трубного пучка в корпусе по принципу обеих плавающих трубных решеток позволяет не только снять опасения по поводу возможного возникновения термических напряжений в цепочке «корпус-трубная решетка-трубчатка», но и радикально повысить ремонтпригодность аппарата, т.к. обеспечивается возможность при техническом обслуживании и ремонте извлечь трубный пучок из корпуса. Это позволяет, в случае возникновения такой необходимости, заменить трубный пучок на новый без демонтажа аппарата, не говоря уже о доступе для осмотра и очистки межтрубной полости.

Применение двухступенчатого уплотнения с системой водосборных канавок и вестовых отверстий на плавающих трубных решетках обеспечивает не только гарантированное исключение взаимопроникновения рабочих сред в этом месте (что особенно важно в случае отбора от смазочных масел тепла водой или незамерзающими хладоносителями),

но и функциональное диагностирование состояния уплотнительных элементов, что позволяет планировать их замену, избегая аварийного останова.

Благодаря специальному профилю теплопередающих трубок достигается не только опережающий рост коэффициентов теплоотдачи по сравнению с ростом гидравлического сопротивления, но и, на известных режимах, эффект самоочистки. Целесообразность опережающего роста тепловой эффективности очевидна, но и наличие сопутствующего эффекта самоочистки является весьма существенным фактором, т.к. в процессе эксплуатации требования к охлаждающей жидкости зачастую не выдерживаются, в результате чего на теплопередающих поверхностях накапливаются различные отложения, снижающие эффективность отбора тепла, что отрицательно сказывается как на работе механизма, охлаждаемого маслом, так и на потребителях вторичных энергоресурсов.

Но одними из наиболее существенных преимуществ аппаратов ТТАИ являются их незначительные по сравнению с аналогами массогабаритные характеристики, что достигается благодаря взаимовлиянию и взаимодополнению ряда вышеперечисленных технических особенностей.



❖ **Рис. 2.**

Фактические результаты испытаний

табл. 1

Наименование параметра	Значение
<b>Масловоздушная смесь</b>	
Расход, м <sup>3</sup> /ч	11,7
Температура на входе/на выходе в теплообменник, °С	85/58
Гидравлическое сопротивление, м водн. ст.	6,5
<b>Хладоноситель (пресная вода)</b>	
Расход, м <sup>3</sup> /ч	12,2
Температура на входе/на выходе в теплообменник, °С	21,5/31,0
Гидравлическое сопротивление, м водн. ст.	0,3

Характеристики трех вариантов

табл. 2

Теплообменный аппарат	Вес, кг	Цена, USD (без НДС)
Пластинчатый (Украина)	772	3240
Кожухотрубный (Россия)	290	4240
Аппарат ТТАИ модифицированный	35	3000

К сожалению, применение серийно выпускаемых теплообменников ТТАИ для решения задачи отбора низкопотенциального тепла от вязкой масловоздушной смеси не могло дать необходимых результатов ввиду наличия возможности возникновения байпасных токов масла и обусловленного этим снижения тепловой эффективности аппарата.

Это обусловило выполнение доработок, которые должны были решить задачу обеспечения практически чистого поперечного обтекания трубок пучка потоком охлаждаемого масла при сохранении гидравлического сопротивления масляной полости теплообменника в достаточно жестко, для вязких сред, ограниченных пределах.

В качестве допустимой верхней границы сопротивления разработчиками аппарата была принята величина 10 м водн. ст., что более соответствует аппаратам, работающим на невязких средах, однако большее значение гидравлического сопротивления способно сделать экономически нецелесообразным утилизацию сбросного тепла, т.к. рост сопротивления теплообменника ведет к росту мощности, расходуемой на привод масляного насоса.

В ходе доработки были приняты два новых принципиально важных решения: трубки трубного пучка было решено сгруппировать в центральной части корпуса, оставив свободными проходы для перетока масла из одного отсека в другой; корпус теплообменника решено было сделать составным из секций, длина которых равна расстоянию между перегородками межтрубного пространства, а сами перегородки выполнить с целиком замкнутой периферийной цилиндрической поверхностью, на которую опираются обжимаемые секциями корпуса

эластичные уплотнительные прокладки. Группировка теплопередающих трубок в центральной части (рис. 1), с одной стороны, позволяет уменьшить гидравлическое сопротивление масляной полости охладителя за счет снижения скорости движения масла в одном из самых зауженных сечений, в котором к тому же осуществляется разворот потока на 180° и, с другой стороны, исключает из процесса теплообмена (и тем самым снимает необходимость учета при выполнении расчетов) трубки, которые обтекались бы потоком масла под углом атаки, отличным от прямого, да к тому же еще меняющимся от ряда к ряду.

**Трубки трубного пучка было решено сгруппировать в центральной части корпуса, оставив свободными проходы для перетока масла из одного отсека в другой**

Выполнение корпуса аппарата составным, с разъемами между секциями в местах расположения перегородок, делящих межтрубное пространство на секции, позволяет добиться высокой степени уплотнения кольцевых сопряжений корпуса с перегородками, полностью исключив паразитные байпасные токи между секциями. Фотография этого аппарата, на которой хорошо видны упомянутые сочленения, приведена на рис. 2 (стоящий рядом с теплообменником человек дает наглядное представление о размерах этого аппарата, что, вкупе с информацией, содержащейся в табл. 1, позволит специалистам самостоятельно определиться с показателями компактности этого аппарата).

Представленный на рис. 2 аппарат в ходе натурных испытаний на испытательном стенде НПАО «ВНИИ компрессормаш» в составе компрессорной установки показал фактические результаты, приведенные в табл. 1.

Анализ этих результатов показывает, что модифицированный аппарат ТТАИ полностью обеспечивает требования по эффективному отбору тепла от высоковязкой масловоздушной смеси.

Однако очевидно, что технические преимущества модифицированного теплообменника ТТАИ при всей своей привлекательности не могут являться основной целью создания такого аппарата.

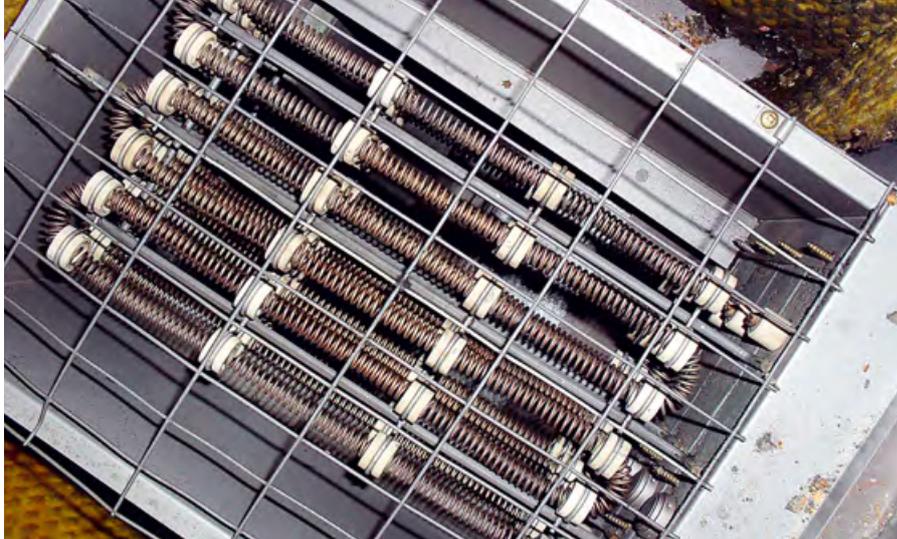
Основная цель — это создание компактного (с целью обеспечения возможности размещения на объектах, где ранее не предполагалась установка соответствующего теплообменника) и относительно недорогого аппарата (чтобы энергетический выигрыш от использования вторичных ресурсов не был нивелирован затратами на приобретение и установку теплообменника). Для анализа этих характеристик было проведено сравнение описанного теплообменного аппарата с аналогами. Для осуществления такого сравнения в табл. 2 приведены весовые, а также ценовые характеристики трех вариантов:

- пластинчатого теплообменного аппарата украинского производства;
- кожухотрубного аппарата российского производства;
- рассматриваемого теплообменного аппарата из семейства ТТАИ.

Следует отметить, что приведенные в табл. 2 аппараты сравниваются на идентичные теплотехнические условия, при этом необходимо иметь в виду, что если по аппарату ТТАИ теплотехнические характеристики получены в ходе натурных испытаний, то по аппаратам других двух позиций приходится опираться на их расчетные характеристики, сообщенные производителями (как показывает опыт, фактические характеристики нередко уступают расчетным).

В настоящее время выполняются работы по созданию типоразмерного ряда модифицированных теплообменных аппаратов ТТАИ, предназначенных для отбора сбросного тепла от высоковязких охлаждающих жидкостей.

Завершение этой работы устранил последнее объективное препятствие на пути широкого использования вторичных энергетических ресурсов в виде сбросного тепла высоковязких жидкостей, охлаждающих работающие машины и механизмы. ●



## Обогрев помещений с помощью электрических конвекторов

Постоянный рост цен на энергоносители и принятая на государственном уровне программа по внедрению энергосберегающих мероприятий в различных сферах деятельности человека заставляет искать новые возможности для снижения энергетических затрат. Одними из наиболее значимых являются затраты на отопление помещений.

Чтобы повысить эффективность использования энергоресурсов при отоплении, необходимо уменьшить перерасход энергии и снизить тепловые потери здания. Избежать перерасхода энергии можно, лишь используя эффективные системы управления мощностью отопительных приборов. Наиболее распространены водяные и электрические системы отопления. Управлять теплопроизводительностью в водяных отопительных системах достаточно сложно из-за сложности учета многих факторов, влияющих на мощность: температуры воды и воздуха, расход воды, скорость воздушного потока. Наиболее простым представляется управление электрическими отопительными приборами, у которых вся электрическая мощность преобразуется в тепловую.

Среди многообразия электрических отопительных приборов необходимо выделить отдельный их класс — пассивные (безвентиляторные) конвекторы, отличающиеся бесшумностью работы, низкой тепловой инерцией, простой регулировки тепловой мощности с помощью широко распространенных преобразователей напряжения.

Принципиально конвекторы отличаются друг от друга конструкцией нагревательного элемента и в связи с этим геометрическими размерами канала, создающего естественную тягу воздуха, омывающего поверхность теплообмена. В последнее время нашел применение термокабель [1] — гибкий нагреватель, отличающийся высокой тепловой эффективностью, низким аэродинамическим сопротивлением, малой инерцией. Из термокабеля можно сформировать фактически любую конструкцию, чтобы использовать ее в качестве нагревательного элемента конвектора.

Низкая температура поверхности термокабеля, при которой не сгорают органические вещества, и его гибкость — вот его главные преимущества перед ТЭНами. Как показывают исследования, наиболее компактными и эффективны-

ми оказываются спиральная и спирально-тороидальная конструкции [2, 3].

**Влияние режимных и конструктивных параметров на теплоотдачу конвектора.** Теплообменник или нагревательный элемент располагается в нижней части вытяжного канала. Коэффициент теплоотдачи конвектора зависит от ширины  $S$  и высоты  $h$  канала, геометрических характеристик теплообменной поверхности диаметра  $d$ , шага расположения витков в нагревательном элементе, внешнего диаметра спирали  $D_{сп}$  (рис. 1а) для нагревателя, имеющего форму спирали. Для спирально-тороидального нагревателя (рис. 1б) присутствует геометрический параметр диаметр трубы  $D_{тр}$ , вокруг которой установлена спираль. Поскольку в проведенных исследованиях [2] были определены оп-

### Низкая температура поверхности термокабеля и его гибкость — вот его главные преимущества перед ТЭНами

тимальные соотношения между шагами и перечисленными диаметрами, то здесь представим только зависимость теплоотдачи от относительной высоты канала  $h/S$ , температурного напора между поверхностью нагревательного элемента  $t_{п}$  и окружающего воздуха  $t_{в}$  для двух типов нагревателей: спирального и спирально-тороидального.

Для двух конструкций конвекторов длиной в 1 м с оптимальными абсолютными размерами нагревательных элементов зависимости для электрической мощности от высоты и температурного напора составляют, соответственно, для спирального нагревателя:

$$Q_1 = 0,112h^{0,366}(t_{п} - t_{в})^{1,32}, \quad (1)$$

для спирально-тороидального нагревателя имеет место:

$$Q_2 = 1,02h^{0,148}(t_{п} - t_{в})^{1,32}, \quad (2)$$

где  $h$  — высота в мм, а также:  $S_1 = 40$  мм,  $S_2 = 105$  мм,  $d = 3$  мм,  $l_1 = 12,66$  м,  $l_2 = 25$  м.

**Авторы:** О.С. ЦАКАНЯН, к.т.н., С.В. КОШЕЛЬ, к.т.н., Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины

На рис. 2 представлены зависимости мощности  $Q_1$  и  $Q_2$  конвекторов для диапазонов изменения высоты канала от 100 до 700 мм и температурного напора от 50 до 200 °С.

Изменение мощности для любой высоты конвектора в диапазоне температурного напора от 50 до 200 °С — шестикратное. У вентиляторных конвекторов, имеющих теплообменник «вода–воздух», реальные диапазоны регулирования мощности путем изменения оборотов вращения вентилятора следующие: для тангенциальных вентиляторов — 1,3, для осевых — 1,7. Минимальная ширина канала 90 мм. Малые диапазоны регулирования мощности вентиляторных конвекторов связаны с ограничениями на уровень звукового давления, созда-

ваемого вентилятором (40 дБ) и уровнем температуры теплоносителя 90 °С.

Основным ограничением для электрического нагревателя на термокабеле является уровень температуры поверхности, т.к. при  $S = 40$  мм,  $h = 300$  мм,  $t_{\text{п}} = 350$  °С,  $Q = 2060$  Вт, температура на нихромовой жиле 502 °С, плотность тока 14,73 А/мм<sup>2</sup>. Это говорит о том, что окисления жилы не происходит, а ток утечки не будет превышать допустимой величины при использовании электроизолятора на базальтовой основе, а температура корпуса конвектора не будет превышать 40 °С.

**Управление мощностью электрического конвектора.** Управление температурой воздуха в помещении производится термостатами: электронными, капиллярными, биметаллическими, а также

**Малая тепловая инерция и широкий диапазон регулирования мощности дают возможность эффективно управлять системой отопления, что способствует существенной экономии энергозатрат**

таймерами. Термостаты работают по принципу включение/выключение, что вызывает попеременный нагрев и охлаждение отопительного прибора, при этом датчик температуры реагирует на температуру воздуха в помещении.

Современным регулятором электрообогрева является бесшаговый регулятор, который с высокой точностью адаптирует выходную мощность прибора к реальной потребности в тепле. Симисторная схема включает и выключает нагрузку с такой частотой, что температура поверхности нагревательного элемента поддерживается практически постоянной для необходимой мощности. Циклы включения/выключения регулятора осуществляются симистором в нулевой точке синусоидальной кривой напряжения. Это позволяет избежать теле- и радиопомех.

**Управление тепловой мощностью отопительного электрического конвектора можно осуществлять по температуре на поверхности термокабеля.** В этом случае для тарировки регулятора мощности используются зависимости (1) и (2). Для этой цели подходят практически все типы термостатов. Управление мощностью конвектора по температуре поверхности нагревательного элемента позволяет вести более точный контроль над расходом электроэнергии. При этом необходимо учитывать инерционность самого нагревателя (рис. 3).

Здесь был исследован конвектор со спиральным нагревательным элементом с вышеприведенными геометрическими параметрами и высотой канала 200 мм. На рис. 3 жирными линиями указаны кривые температур поверхности нагревателя и воздуха для мощности 852 Вт, а тонкими — для мощности 296 Вт. Определено, что чем меньше необходимая температура на поверхности, тем больше времени требуется конвектору, чтобы войти в стационарный режим нагрева. При включении нагревателя воздух на выходе из канала еще остается холодным (как видно из рисунка в начальный момент времени).

Это время задержки составляет для различных режимов 8–10 секунд и обусловлено невысокой скоростью движения воздуха в канале (0,1–0,4 м/с).

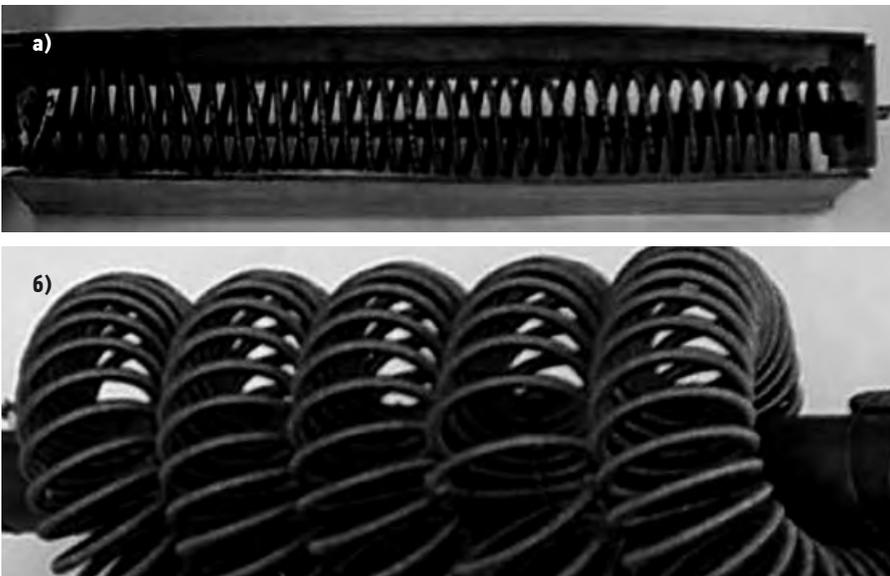


Рис. 1. Типы поверхностей теплообмена на базе термокабеля (а — спиральный нагреватель; б — спирально-тороидальный)

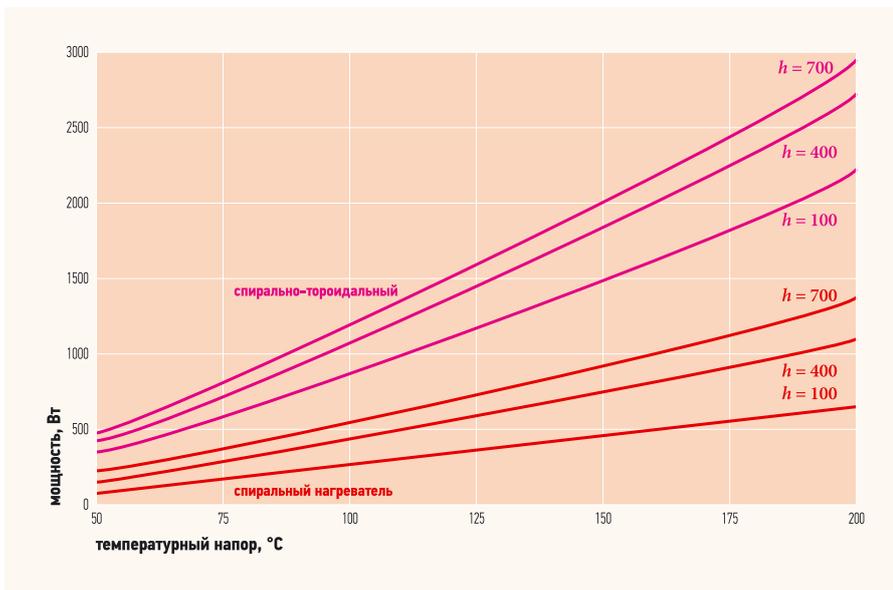


Рис. 2. Зависимости мощности конвекторов длиной 1 м от температурного напора и высоты канала

При выключении нагревателя воздух некоторое время еще прогревается (8–10 секунд), после чего начинает медленно охлаждаться. Время выхода конвектора в стационарный режим нагрева составляет 140–162 секунд, тогда как время охлаждения — не менее 300 секунд при естественной тяге.

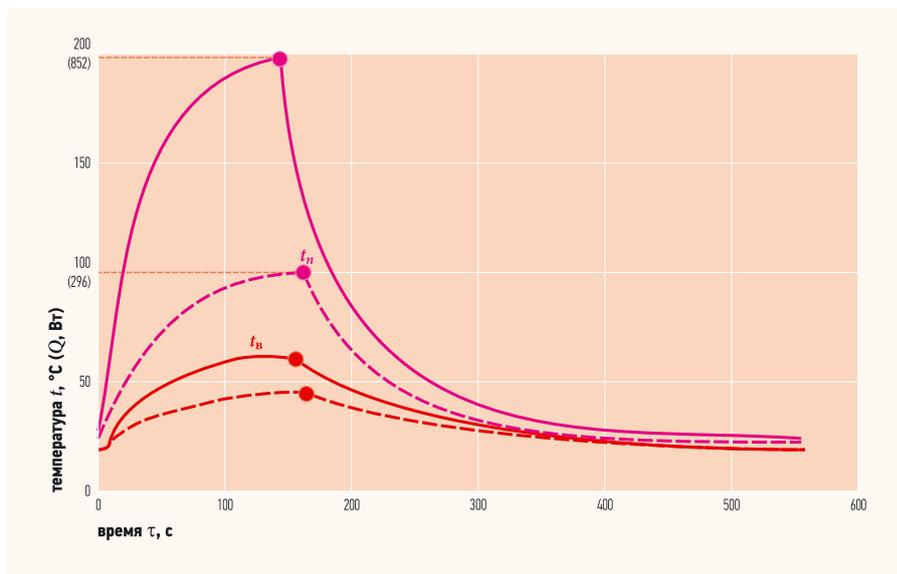
Также были сняты режимные характеристики конвектора, регулируемого капиллярным термостатом с диапазоном регулировки 0–40°C, чувствительный элемент которого выставлен на температуру выходящего воздуха. Для температуры 40°C инерционность его такова, что при номинальной мощности 660 Вт частота его включения/выключения достигает соотношения по времени 1:7, т.е. конвектор выделяет тепло только 14 % от своей мощности (95 Вт). При низких мощностях это соотношение достигает величины 1:2, однако эффективная мощность остается низкой. При температуре на регуляторе 30°C эффективная мощность понижается и может доходить до 6 % от максимальной.

Периодичность срабатывания капиллярного датчика с установленной температурой 40°C можно увидеть на рис. 4. Интересно, что после первого включения нагревателя наблюдается наибольшая амплитуда температур поверхности

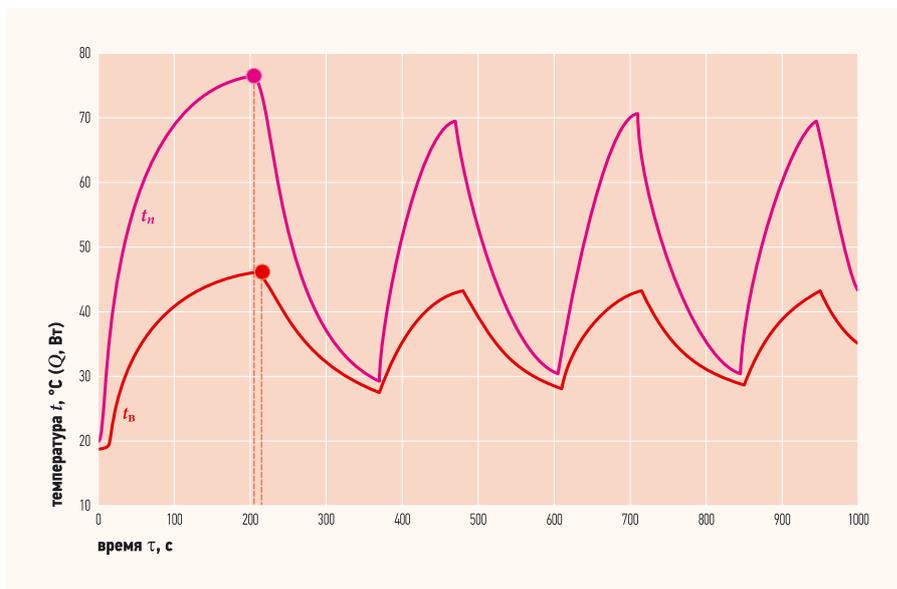
### Основным ограничением для электрического нагревателя на термокабеле является уровень температуры поверхности

и воздуха на выходе канала, но уже со второго срабатывания датчика изменение этих температур подчиняются одинаковым закономерностям.

**Несогласованность тепловых инерций конвектора и капиллярного термостата приводит к неэффективному использованию мощности конвектора.** Поэтому управлять этой величиной по температуре воздуха следует электронными термостатами, у которых в качестве датчиков температуры используются термопары, полупроводниковые терморезисторы или проволочные термометры сопротивления, обладающие малой тепловой инерцией. Возможно использование симисторной схемы регулирования мощности конвектора в ручном и автоматическом (вариант дороже) исполнении по заданной величине температуры воздуха. При ручном управлении градуировка регулятора мощности проводится в единицах мощности или



⚡ Рис. 3. Инерционность спирального конвектора метровой длины



⚡ Рис. 4. Изменение температур поверхности нагревательного элемента и воздуха в конвекторе с капиллярным датчиком

температурного напора, или температуры воздуха на выходе конвектора.

**Выводы таковы.** Система отопления помещений, реализованная на электроконвекторах, у которых используется нагреватель из термокабеля, обладает малой тепловой инерцией, большим диапазоном регулирования мощности, высокой надежностью и соответствует нормам, установленным государственными стандартами. Малая тепловая инерция и широкий диапазон регулирования мощности дают возможность эффективно управлять системой отопления, что способствует существенной экономии энергозатрат. Современные

электронные устройства предоставляют огромные возможности для более совершенного достаточно простого и недорогого процесса управления системой отопления. Управление электрической мощностью по температуре воздуха может обеспечиваться с точностью ее задания не менее 0,99. В результате конвекторы приведенной конструкции являются перспективными для обогрева помещений различного назначения. ●

### Система отопления помещений на электроконвекторах с нагревателем из термокабеля обладает малой тепловой инерцией

1. Цаканян О.С. Обогрев помещений: эффективность, экологичность, надежность / О.С. Цаканян, Н.Н. Томина, А.С. Шейко // Оборудование и инструмент, №4/2003.
2. Цаканян О.С. Исследование теплоотдачи и аэродинамического сопротивления проволочных конструкций теплообменных поверхностей. Ч. 1. / О.С. Цаканян, С.В. Кошель // Проблемы машиностроения, №3/2005.
3. Цаканян О.С. Исследование теплоотдачи и аэродинамического сопротивления проволочных конструкций теплообменных поверхностей. Ч. 2. Спирально-тороидальные поверхности с поперечным обдувом потоком воздуха / О.С. Цаканян, С.В. Кошель // Проблемы машиностроения, №4/2005.

## Утилизация теплоты выброс- ного воздуха\*

Утилизация теплоты выбросного воздуха и вторичных энергоресурсов (ВЭР) для целей отопительно-вентиляционных систем и теплоснабжения является одним из путей экономии топливно-энергетических ресурсов.

На рис. 7 представлена принципиальная схема комплексного использования тепловых вторичных энергоресурсов (ВЭР). В данной схеме в качестве промежуточного теплоносителя используется один из энергоносителей — обратная вода.

Обратная вода, отводимая от охлаждаемого технологического оборудования, нагревается сточными водами в теплообменнике 2 и затем дымовыми газами в теплообменнике 3, направляется в бак-аккумулятор 5, где происходит выравнивание ее температуры, откуда насосом 6 подается в воздушнонагреватели 4 приточной установки. Охлажденная в воздушнонагревателях вода возвращается к технологическому оборудованию. Регулирование работы схемы по приточному воздуху осуществляется аналогично описанным схемам.

Данной схеме присущи недостатки схемы с последовательным нагревом промежуточного теплоносителя различными энергоносителями. Кроме того, существенным недостатком данной схемы является то, что расход промежуточного теплоносителя обусловлен производительностью системы обратного водоснабжения, а температура промежуточного теплоносителя на выходе из теплообменника 4 приточной системы регламентирована условиями работы технологического оборудования. Все это значительно усложняет теплотехнический расчет системы и не позволяет применять оптимальные методы расчета.

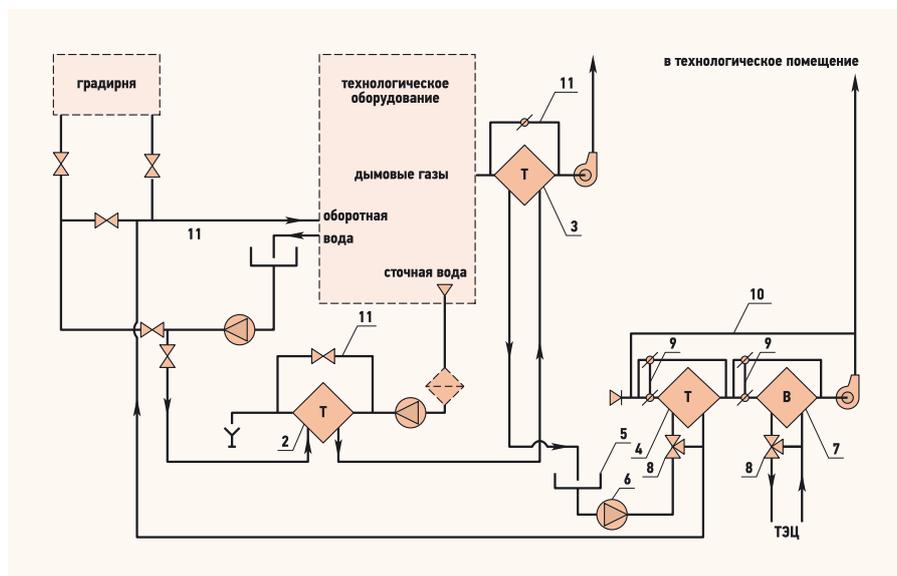
Таким образом, анализ распространенных в настоящее время систем нагрева приточного воздуха с использованием теплоты вентвыбросов и ВЭР показывает их крайнюю ограниченность, несоответствующую разнообразию практических случаев их возможного применения. Кроме этого, данные системы практически разработаны без должного их теоретического обоснования, возможности повышения эффективности непосредственно устано-

**Анализ распространенных в настоящее время систем нагрева приточного воздуха с использованием теплоты вентвыбросов и ВЭР показывает их крайнюю ограниченность, несоответствующую разнообразию практических случаев их возможного применения**

вок нагрева приточного воздуха и увеличения количества утилизированной теплоты.

В рассмотренных схемах не проработаны вопросы целесообразности использования температурных потенциалов вентвыбросов и ВЭР, не приводятся мероприятия, обеспечивающие повышение эффективности систем за счет упрощения компоновочных решений и т.п. В связи с этим автором исследованы системы подогрева приточного воздуха с единым теплоносителем в системах утилизации и теплоснабжения секции воздушнонагревателей. Данные системы по видам применяемых теплоносителей — вода, незамерзающая жидкость — подразделяются на системы нагрева приточного воздуха с использованием в качестве единого теплоносителя воды (например, теплофикационной), и на системы нагрева приточного воздуха с использованием в качестве единого теплоносителя незамерзающей жидкости.

Принципиальная схема первой системы приведена на рис. 8. Область применения данной схемы практически совпадает с областью применения систем утилизации с промежуточным теплоносителем, однако, наиболее вероятно их использование в условиях существенной неравномерности выхода теплоты ВЭР, например, при значительных изменениях температуры теплоносителя ВЭР. В данных условиях система обладает следующими



●● Рис. 7. Принципиальная схема комплексного использования тепловых ВЭР

Автор: А.Г. АНИЧХИН, к.т.н., член бюро секции «Теплоснабжение, отопление, вентиляция» РНТО строителей

\* Продолжение. Начало см. С.О.К. № 12/2011.

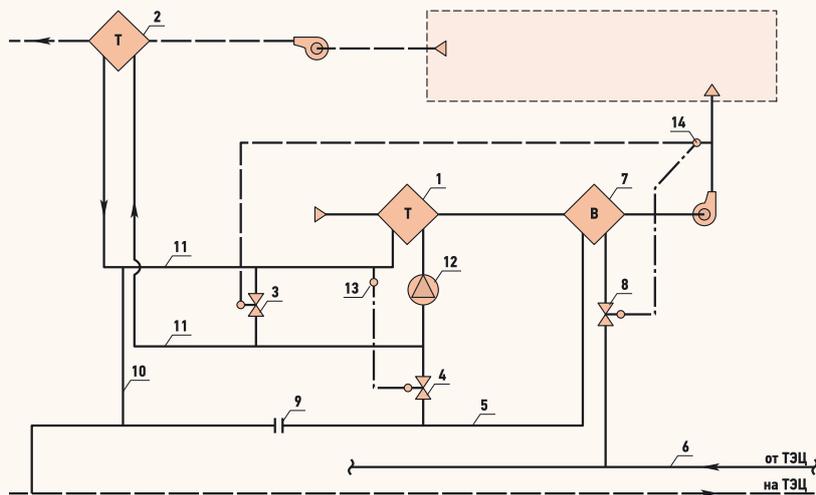


Рис. 8. Система, использующая в качестве промежуточного теплоносителя (ПТ) теплофикационную воду

достоинствами: обеспечивает поддержание параметров приточного воздуха при минимально возможных поверхностях нагрева секций догрева; повышает эффективность использования поверхностей нагрева теплообменников-утилизаторов, устанавливаемых в потоке холодного приточного воздуха; уменьшает потребление электроэнергии на перемещение приточного воздуха; отпадает необходимость в расширительном баке при использовании в качестве промежуточного теплоносителя теплофикационной воды; уменьшает металлоемкость системы и потребность в производственных площадях.

Система, представленная на рис. 8, использует в качестве промежуточного теплоносителя (ПТ) теплофикационную воду и работает следующим образом [12]. Нагретый в теплообменнике 2 вытяжным воздухом ПТ насосом 12 подается в теплообменник приточного воздуха 1, где нагревается наружный воздух, и, охлажденный по ветви 11, возвращается в теплообменник 2. В случае, если температура приточного воздуха после утилизаторов 1 оказывается ниже требуемой, осуществляется догрев приточного воздуха в воздухонагревателях, подсоединенных к системе теплоснабжения (возможно присоединение воздухонагревателя догрева к обратной линии теплосети).

Если температура ПТ на выходе из утилизатора приточной системы становится, например, ниже +5 °С [6], открывается клапан 4 и, путем подмешивания обратного теплоносителя системы теплоснабжения в циркуляционный контур ПТ, обеспечивается повышение его температуры. Часть охлажденного теплоносителя возвращается в обратный трубопровод системы теплоснабжения за дроселирующим устройством 9. При этом общий расход теплоносителя в системе теплоснабжения остается постоянным, а подогрев воздуха осуществляется за счет более глубокого охлаждения теплоносителя.

При повышении температуры наружного воздуха по сигналу датчика 14 сначала закрывается клапан 8, а затем, во избежание превышения температуры приточного воздуха, отключается клапан 3 обводной линии.

Режимы работы системы утилизации наглядно изображаются в диаграмме  $t-t_n$  (рис. 9) [8]. Здесь от нулевой точки по оси абсцисс и ординат откладываются, в определенном масштабе, значения температур воздуха: от зимней расчетной до температуры удаляемого вытяжного воздуха. На диаграмму наносятся: линия 1 температуры приточного воздуха  $t_{пр}$ ; линия 2 температуры приточного

воздуха за теплоутилизатором  $t_{ут}$ ; линия 3 температуры воды на входе в приточный теплоутилизатор  $t_{жн}$ , обеспечивающей необходимую температуру воздуха за теплоутилизатором; линия 4 температуры воды на выходе из приточного теплоутилизатора  $t_{жн}$ .

Расстояние на диаграмме между линиями приточного воздуха и линией температур приточного воздуха за теплоутилизатором показывает расход тепла (необходимый температурный догрев) в воздухонагревателе догрева.

В диапазоне наружных температур  $t_n - t_{n1}$ , во избежание замерзания ПТ, происходит подмешивание воды из обратной линии теплосети для поддержания температуры ПТ на выходе из приточных утилизаторов, например, равной +5 °С. В этом случае приточный воздух в теплоутилизаторе нагревается до температуры, характеризуемой на диаграмме отрезком  $t_{ут1} - t_{ут2}$ , а затем в воздухонагревателе догрева до  $t_{пр}$ .

При температурах наружного воздуха  $t_{n1} - t_{n3}$  подмешивание воды из теплосети не требуется, а температура за теплоутилизатором увеличивается с ростом  $t_n$ . При наружной температуре  $t_{n3}$  воздухонагреватель отключается, а во избежание перегрева приточного воздуха в теплоутилизаторе осуществляется рециркуляция ПТ. В случае уменьшения или полного отсутствия тепловыделений в помещении происходит догрев ПТ путем подмешивания воды из тепловой сети для поддержания температуры ПТ +5 °С.

Максимальная нагрузка на воздухонагреватель имеет место в случае полного отсутствия тепловыделений в помещении и определяется разностью температур, характеризуемых точками K1 и K2. Поверхность нагрева воздухонагревателя следует определять при параметрах теплоносителя, соответствующих наружной температуре  $t_{n2}$ .

**Автором исследованы системы подогрева приточного воздуха с единым теплоносителем в системах утилизации и теплоснабжения секции воздухонагревателей**

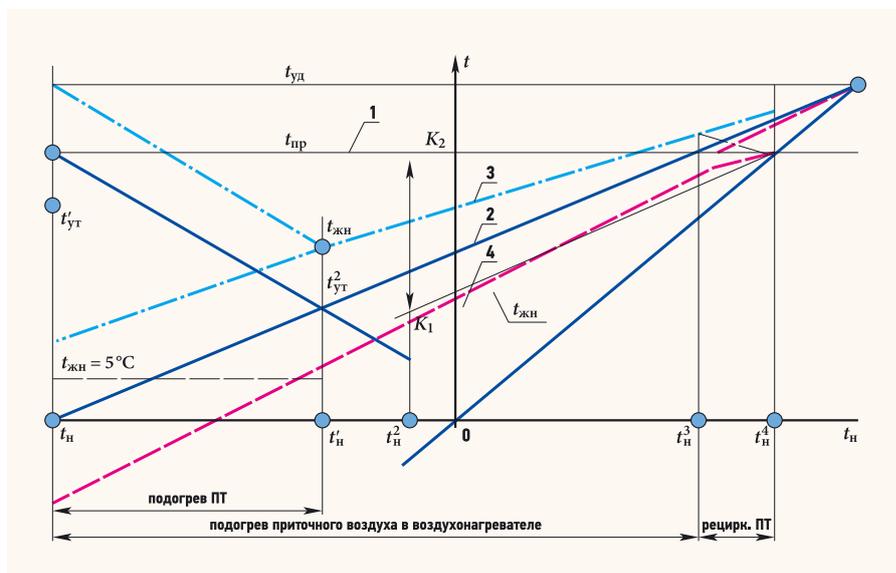


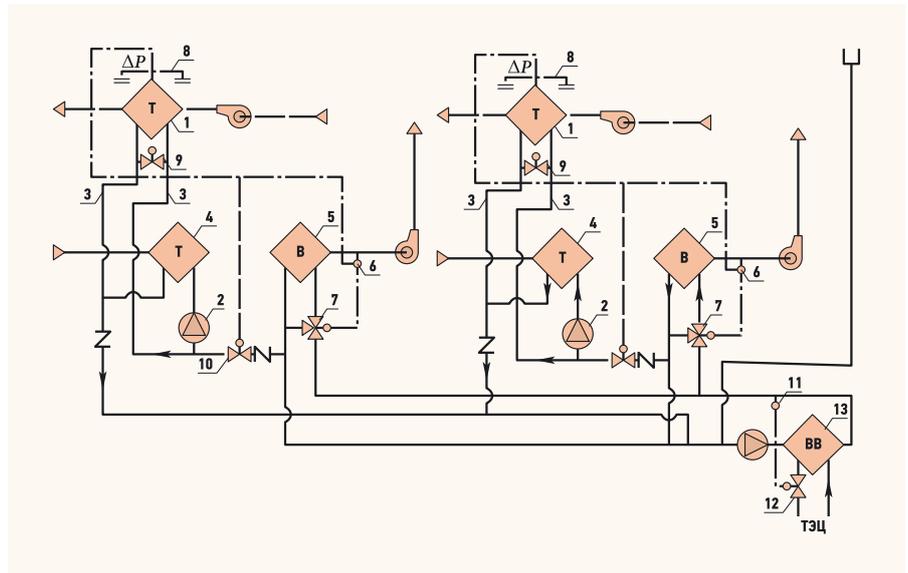
Рис. 9. Режимы работы системы утилизации в виде диаграммы  $t-t_n$

На рис. 10 приведена система нагрева приточного воздуха с использованием единого теплоносителя незамерзающей жидкости в контурах утилизации и теплоснабжения [12]. Область применения данной системы аналогична области использования предыдущей схемы. Однако, в связи с тем, что в качестве теплоносителя применяется незамерзающая жидкость, данную схему можно применить при достаточно низких температурах выбросов и технологических ВЭР, при которых, по меньшей мере, обратная температура теплоносителя в теплоутилизационном контуре может принимать температуру ниже 0 °С.

Теплоснабжение современных зданий осуществляется теплофикационной водой, и теплоснабжение воздухонагревателей производится по закрытой схеме. Осуществление теплоснабжения воздухонагревателей по закрытой схеме представляет возможность максимально эффективно использовать поверхности устанавливаемых теплообменников-воздухоподогревателей при минимально возможных температурах нагрева промежуточного теплоносителя.

Этот фактор, в ряде случаев, позволяет применить для подогрева ПТ теплоноситель более низкого потенциала в отличие от потенциала теплофикационного теплоносителя, а также, в определенных случаях, обеспечить более глубокое охлаждение теплофикационного теплоносителя.

Применение в данной схеме в качестве единого теплоносителя незамерзающей жидкости при соответствующем выборе температуры ее замерзания дает возможность отказаться от системы автоматической защиты теплообменного оборудования от замораживания. Это значительно упрощает эксплуатацию системы и повышает ее надежность.



•• Рис. 10. Система нагрева приточного воздуха с использованием единого теплоносителя незамерзающей жидкости в контурах утилизации и теплоснабжения

Отличительная особенность работы системы, помимо того, что в ней используется незамерзающая жидкость в качестве теплоносителя, а также применения теплообменника типа «жидкость–жидкость», заключается в том, что датчик температуры приточного воздуха регулирует степень нагрева приточного воздуха в воздухонагревателях перепуском горячего теплоносителя в обратную линию при помощи трехходового клапана, а также количеством подмешиваемого в теплофикационный

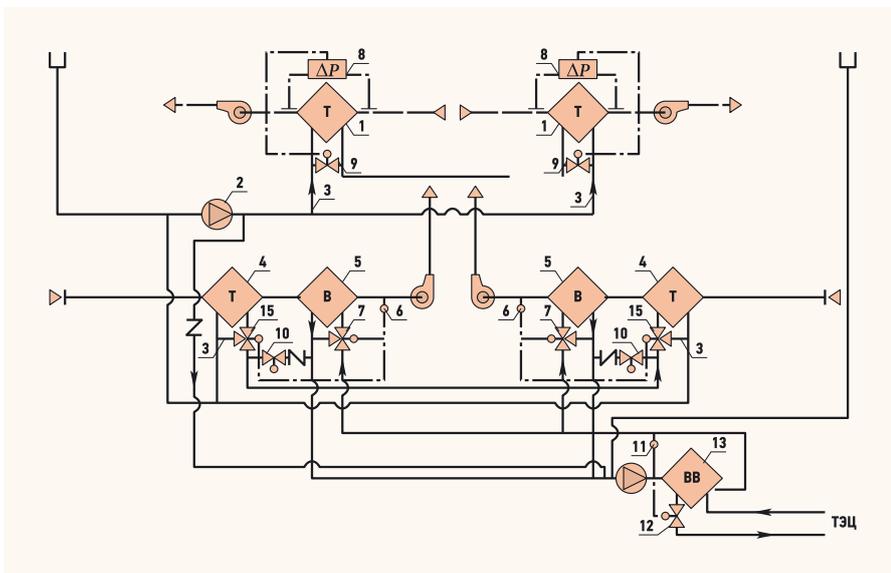
контур обратного теплоносителя после воздухонагревателя. Следует отметить, что аналогичное регулирование может быть осуществлено и в предыдущей схеме. Наряду с контролем обратной температуры теплоносителя в теплофикационном контуре обеспечивается защита теплоутилизатора от замораживания.

Система работает следующим образом: в зимний период года теплый выбросный вентиляционный воздух отдает свою теплоту в рекуперативном теплообменнике 1 ПТ, перемещаемому насосом 2 в контуре 3. В свою очередь, нагретый ПТ в рекуперативном теплообменнике 4 охлаждается и догревает приточный воздух. Приточный воздух до требуемой температуры догревается в воздухонагревателе 5. Степень нагрева приточного воздуха регулируется датчиком температуры 6 при помощи трехходового клапана 7.

В расчетном режиме теплоутилизационный контур и контур теплоснабжения воздухонагревателей работают независимо. При отклонении от расчетного режима, например, при обледенении теплообменника 1, датчик перепада давлений 8 прикрывает регулирующий клапан 9, при этом уменьшается количество теплоты, передаваемой в теплоутилизаторе 4. Температура нагрева воздуха в приточной установке повышается и, в случае, если клапан 7 открыт полностью на проход теплоносителя, то датчик температуры 6 дает команду на подмешивание в теплоутилизационный циркуляционный контур 1 обратного теплоносителя после воздухонагревателя 5. Датчик 6 приоткрывает клапан 10. В результате температура теплоносителя, поступающего в теплоутилизатор 4, повышается до требуемого значения, обеспечивающего температуру приточного воздуха.

При переходе к летнему режиму датчик температуры 6 закрывает клапан 7 и 10, и регулировку теплоутилизации осуществляет клапан 9 за счет уменьшения количества теплоносителя, поступающего в теплообменник 1.

**Осуществление теплоснабжения воздухонагревателей по закрытой схеме представляет возможность максимально эффективно использовать поверхности устанавливаемых теплообменников**



•• Рис. 11. Система нагрева приточного воздуха (с использованием единого теплоносителя — незамерзающей жидкости, в контурах теплоутилизации и теплоснабжения, а также общего теплоутилизационного циркуляционного контура для нескольких источников и потребителей теплоты ВЭР)

Температурный режим работы контура теплоснабжения воздухонагревателей регулируется датчиком температуры 11, воздействующим на клапан 12, установленный на теплофикационной воде, подводимой к водоводяному теплообменнику 13.

В рассмотренной схеме системы на каждую приточную и вытяжную систему образован самостоятельный циркуляционный контур, что в ряде практических случаев является неприемлемым из-за несоответствия количества вытяжных систем приточным. Кроме того, данная система не позволяет осуществлять перераспределение избыточной теплоты ВЭР между приточными системами.

В связи с этим ниже приводится на рис. 11 система нагрева приточного воздуха с использованием единого теплоносителя — незамерзающей жидкости — в контурах теплоутилизации и теплоснабжения, а также общеготлоутилизационного циркуляционного контура для нескольких источников и потребителей теплоты ВЭР. Принцип работы данной системы существенно не отличается от ранее рассмотренной, поэтому на рис. 11 сохранены позиции рис. 10. Основной особенностью рассматриваемой системы является единый теплоутилизационный контур с одной группой насосов, а также оборудование каждого теплоутилизатора приточной установки дополнительным обводным трубопроводом 14 с трехходовым клапаном 15, соединенным электрическими связями с датчиком температуры 6.

Следующей разновидностью систем нагрева приточного воздуха с использованием единого теплоносителя являются системы с совмещенной насосной группой в циркуляционных контурах теплоутилизации и теплоснабжения (рис. 12). По сравнению с ранее рассмотренными системами к достоинствам

### Достоинства систем нагрева приточного воздуха с использованием единого теплоносителя — это сокращение числа насосных установок и более глубокое использование температурного потенциала первичного теплоносителя

этой системы относится сокращение числа насосных установок, более глубокое использование температурного потенциала первичного теплоносителя, поскольку в водоводяной теплообменник поступает промежуточный теплоноситель после теплообменника теплоутилизатора, а не воздухонагревателя, что имело место в предыдущих схемах систем.

Система работает следующим образом: выбросной горячий воздух перемещается вентилятором 1, а приточный холодный воздух — вентилятором 2. В потоке вытяжного и приточного воздуха размещены теплообменники 3 и 4, объединенные циркуляционным контуром 5 с насосом 6 в известную систему теплоутилизации с промежуточным теплоносителем. Отличительные конструктивные признаки системы на рис. 12 — это включение в циркуляционный контур 5 промежуточного теплоносителя воздухонагревателя 6 и создание дополнительного циркуляционного контура 7 с водоводяным теплообменником 8, обеспечивающим подогрев части промежуточного теплоносителя циркулирующего в контуре 5 перед воздухонагревателем 6.

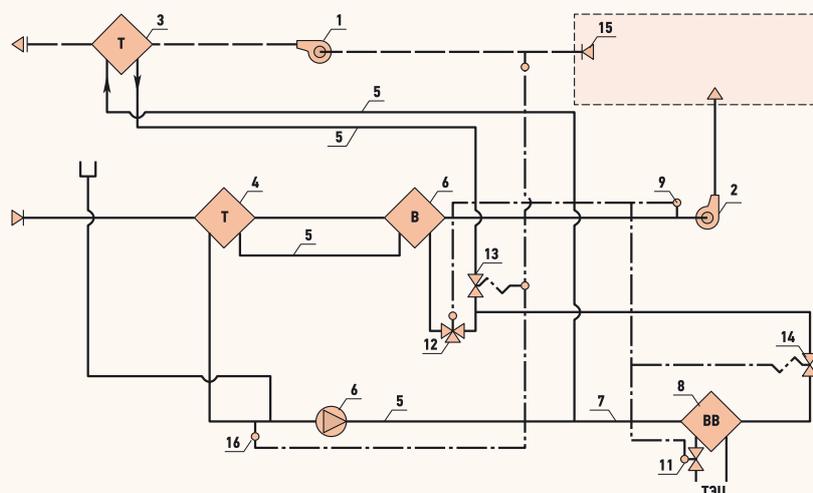
Данные коммуникационные связи позволяют в расчетный зимний период года, когда теплоты, отводимой от выбросов, не хватает для нагрева приточного воздуха, обеспечивать подогрев ПТ от первичного без влияния

на тепловую эффективность отвода теплоты от выбросного воздуха. Степень нагрева промежуточного теплоносителя, поступающего в воздухонагреватель 6, регулируется при помощи датчика температуры 9, воздействующего на первом этапе на регулирующий клапан 11 на одном из трубопроводов системы теплоснабжения водоводяного теплообменника 8, а на втором этапе — на трехходовой клапан 12. Для исключения напрасной затраты электроэнергии на перемещение промежуточного теплоносителя через водоводяной теплообменник 8 и оказания существенного отрицательного влияния на температурный режим системы утилизации предусмотрена установка двух соленоидных клапанов 13 и 14, и двух дополнительных датчиков температуры 15 и 16. Соленоидный вентиль 14 открывается только в случае, если открыт вентиль 11 по команде датчика 9. Соленоидный вентиль 13 управляется по сигналам датчиков температуры 15 и 16. Этот вентиль открыт, если температура потока, в котором установлены датчики, ниже, чем температура потока промежуточного теплоносителя, регистрируемая датчиком температуры 16.

По данной схеме температура подогрева ПТ, поступающего в воздухонагреватель, ограничивается в значительной степени расходом промежуточного теплоносителя в теплоутилизационном циркуляционном контуре, это в свою очередь оказывает влияние на величину поверхностей теплообмена воздухонагревателя 6 и водоводяного теплообменника 8. В тех случаях, когда величины поверхностей теплообмена достигают значительных величин, может быть рекомендована к применению система рис. 13. Предложенная система является дальнейшей модификацией системы рис. 12. Основная особенность модифицированной системы заключается в том, что воздухонагреватель из теплоутилизационного циркуляционного контура включен в дополнительный контур 7.

Это позволяет за счет увеличения степени нагрева промежуточного теплоносителя в водоводяном теплообменнике 8 до более высокой температуры сократить потребную поверхность нагрева воздухонагревателя 6 и, тем самым, уменьшить аэродинамическое сопротивление по воздушному тракту приточной установки. Ниже рассмотрим системы нагрева теплотой ВЭР не только приточного воздуха, но и воды горячего водоснабжения.

Известно, что при использовании теплоты ВЭР или вентвыбросов в холодный период года достигается наибольшая экономия первичной теплоты, поскольку при неизменном коэффициенте эффективности использования температурных потенциалов источника и потребителя теплоты имеет место максимальная, из всех возможных в практике инженерных систем, первоначальная разность температур



❖ **Рис. 12.** Система с совмещенной насосной группой в циркуляционных контурах теплоутилизации и теплоснабжения (является разновидностью системы нагрева приточного воздуха с использованием единого теплоносителя)

основных взаимодействующих сред. Однако использование теплоты ВЭР и вентвыбросов для нагрева приточного вентиляционного воздуха является сезонным. Это значительно занижает потенциальную возможность эффективного использования выбросной теплоты. В большинстве случаев, проектировщики для обеспечения круглогодичного использования теплоты ВЭР и вентвыбросов стремятся утили-

**Использование выбросной теплоты для целей ГВС хотя и обеспечивает круглогодичное ее использование, но абсолютное количество сэкономленной первичной теплоты может оказаться меньшим**

зацию теплоты производить для целей горячего водоснабжения.

Использование выбросной теплоты для целей ГВС хотя и обеспечивает круглогодичное ее использование, но в силу объективных обстоятельств, обуславливающих значительно меньшую разность первоначальных температур основных тепловзаимодействующих сред по сравнению с аналогичной разностью, имеющей место при использовании теплоты в приточных установках, абсолютное количество сэкономленной первичной теплоты может оказаться меньшим.

В связи с изложенным представляется целесообразным рассмотреть схемы утилизации теплоты ВЭР и вентвыбросов в холодный и переходный периоды года для целей нагрева приточного воздуха, а в теплый период — для горячего водоснабжения. Такое соединение в теплоутилизационных системах двух потребителей теплоты позволяет значи-

тельно увеличить экономию первичной теплоты. Системы нагрева приточного воздуха и горячего водоснабжения с использованием теплоты ВЭР и вентвыбросов можно подразделить следующим образом: система нагрева приточного воздуха и горячего водоснабжения с сезонным использованием теплоты ВЭР и вентвыбросов, соответственно, в установках нагрева воздуха и горячего водоснабжения; система нагрева приточного воздуха с использованием теплоты ВЭР и вентвыбросов и перераспределением для нужд горячего водоснабжения по мере возникновения избытков.

В зависимости от температуры теплоносителя ВЭР или вентвыбросов указанные системы, в свою очередь, можно подразделить на системы, обеспечивающие предварительный подогрев воды, идущей на горячее водоснабжение, и на системы, обеспечивающие как предварительный, так и окончательный нагрев воды на нужды ГВС.

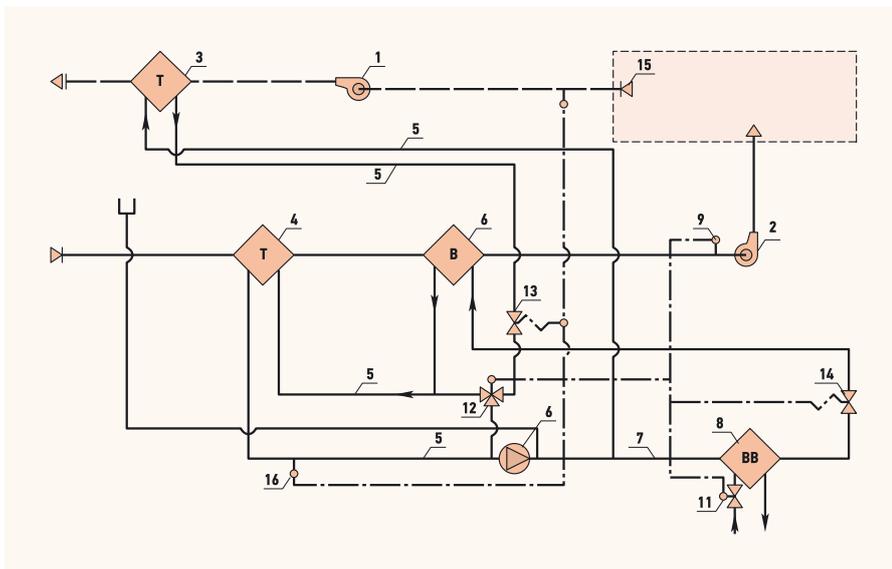
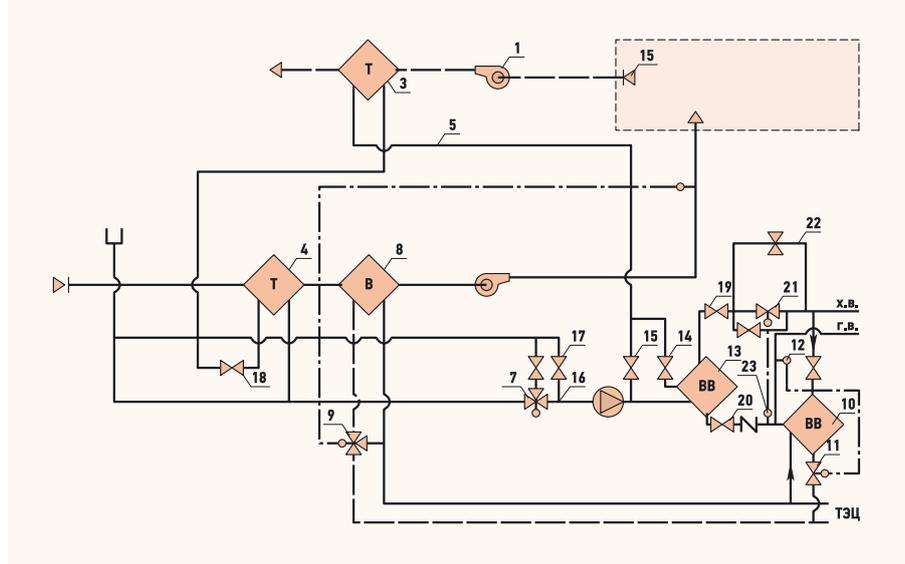


Рис. 13. Система, рекомендованная к применению в случаях, когда величины поверхностей теплообмена достигают значительных величин

Рис. 14. Конструктивное выполнение трубопроводной обвязки обычной теплоутилизационной системы (на базе промежуточного теплоносителя для обеспечения возможности использования теплоты выбросного воздуха или ВЭР на нужды горячего водоснабжения)

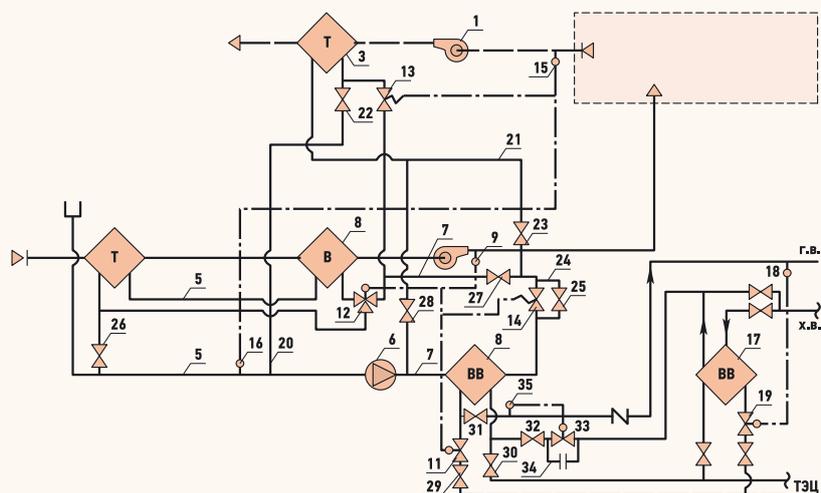


Системы нагрева приточного воздуха и горячего водоснабжения с сезонным использованием теплоты ВЭР и вентвыбросов, соответственно, в установках нагрева воздуха и горячего водоснабжения приведены на рис. 14 и 15. Система на рис. 14 иллюстрирует конструктивное выполнение трубопроводной обвязки обычной теплоутилизационной системы на базе промежуточного теплоносителя для обеспечения возможности использования теплоты выбросного воздуха или ВЭР на нужды горячего водоснабжения.

Данная система содержит все те элементы, которые свойственны установкам нагрева приточного воздуха с теплоутилизационными мероприятиями: вытяжной 1 и приточный 2 вентиляторы; рекуперативные теплообменники типа «жидкость–воздух» 3 и 4, размещенные в потоках вытяжного воздуха; циркуляционный контур промежуточного теплоносителя 5 с обводной линией 6 и трехходовым клапаном 7; воздухонагреватель 8, подсоединенный к подающему и обратному трубопроводам системы через трехходовой клапан 9.

Считаем, что система горячего водоснабжения содержит, как правило, водоводяной теплообменник 10, подсоединенный к трубопроводам холодного водоснабжения и теплофикации. На одном из подсоединительных теплоснабжающих трубопроводов имеется регулирующий клапан 11, соединенный с датчиком температуры горячей воды 12.

Для осуществления подогрева воды на нужды горячего водоснабжения в системе предусматриваются следующие дополнительные элементы: дополнительный водоводяной теплообменник 13, одной полостью подсоединенный через запорные задвижки 14 и 15 к циркуляционному контуру 5. Другая полость теплообменника 15 присоединяется к сети холодного водоснабжения. На схеме теплообменники 10 и 13 по хозяйственно-питьевому водопроводу присоединены параллельно, но



❖ **Рис. 15.** Пример решения функциональных возможностей с целью увеличения количества утилизируемой теплоты системы нагрева приточного воздуха (с единым теплоносителем — незамерзающей жидкостью, в контуре теплоснабжения и утилизации)

могут быть использованы и другие схемы подсоединения, например, такие, что приведены в последующих схемных решениях. В циркуляционном контуре предусматривается обводная линия 16 с задвижкой 17, а теплообменник 4 снабжается запорной задвижкой 18.

По принятой схеме нагрева водопроводной воды теплообменник 13 должен быть оборудован запорными задвижками 19 и 20, регулирующим клапаном 21 с обводным комбинированным трубопроводом 22 и дополнительным датчиком температуры 23.

В холодный период года задвижки 17, 14, 19 и 20 закрыты, задвижка 18 открыта, и подогретый промежуточный теплоноситель циркулирует между теплообменниками 3 и 4, обеспечивая утилизацию теплоты на нужды подогрева приточного воздуха.

В теплый период года, когда трехходовой клапан 7 пропускает весь ПТ мимо теплообменника 4, закрывают задвижки 15 и 18, а задвижки 14, 17, 19 и 20 открывают. ПТ начинает циркулировать между теплообменниками 3 и 13. Водопроводная вода по комбинированному трубопроводу 22 проходит через теплообменник 13 и нагревается. Датчик температуры 23 регистрирует ее и при увеличении степени нагрева воды в теплообменнике 13 изменяет расход водопроводной воды, проходящей через теплообменник 13. Нагретая таким образом в теплообменнике 13 вода смешивается с водой нагретой в теплообменнике 10. Окончательная температура воды контролируется и регулируется датчиком температуры 12 и регулирующим вентилем 11. Если по каким-либо причинам нагрев воды в теплообменнике 13 осуществить до требуемой температуры не представляется возможным, то через этот теплообменник проходит минимальное количество воды (то, что пропускает комбинированный трубопровод 22), а окончательный подогрев осуществляется за счет частичного подогрева воды в теплообменнике 10.

На рис. 15 приведен пример решения функциональных возможностей с целью увеличения количества утилизируемой теплоты системы нагрева приточного воздуха с единым теплоносителем — незамерзающей жидкостью — в контуре теплоснабжения и утили-

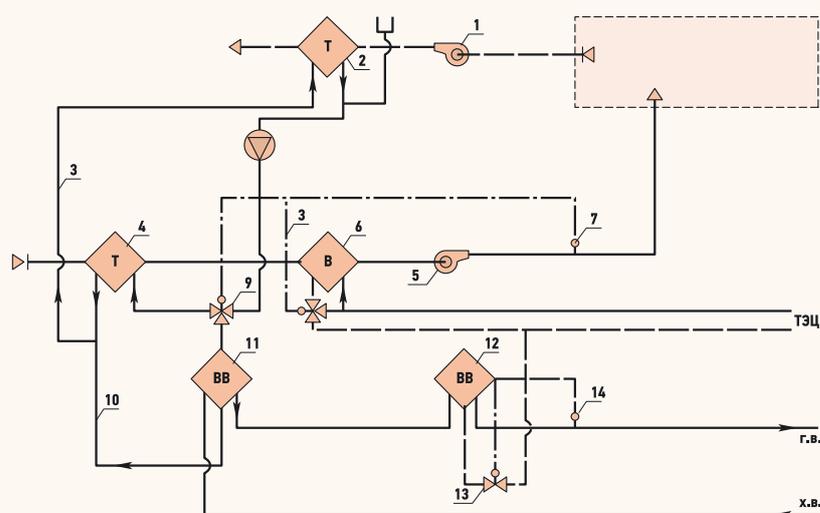
### Система на рис. 14 иллюстрирует конструктивное выполнение трубопроводной обвязки обычной теплоутилизационной системы на базе промежуточного теплоносителя для обеспечения возможности использования теплоты выбросного воздуха или ВЭР

зации. За базовую систему принята система, изображенная на рис. 12. Обозначения позиций 1–16 сохранены теми же, что и на рис. 12. Кроме того, в качестве основного оборудования традиционной системы горячего водоснабжения приняты: водоводяной теплообменник 17 и датчик температуры 18, электрически связанный с регулирующим вентилем 19 на линии теплоснабжения теплообменника.

Для обеспечения возможности использования теплоты вентвыбросов или ВЭР для нужд горячего водоснабжения в схему введены: переключки 20 и 21 с задвижками 22 и 23, обводной трубопровод 24 с задвижкой 25 и запорные задвижки 26, 27 и 28.

Со стороны водопровода и системы теплоснабжения предусматриваются запорные задвижки 29, 30, 31, 32, регулирующий вентиль 33 с комбинированным обводным трубопроводом 34 и датчик температуры 35, электрически связанный с вентилем 33.

В расчетном зимнем режиме насос 6 подает часть ПТ через задвижку 28 в теплообменник 3 (задвижка 23 закрыта), а другую часть — в теплообменник 8 (задвижка 25 закрыта, а задвижка 27 открыта). ПТ, выходящий из теплообменника 3, проходит через соленоидный вентиль 13 (задвижка 22 закрыта), смешивается с теплоносителем, нагретым в теплообменнике 8, и далее поступает в воздухонагреватель 6 и теплообменник 4. По системе теплоснабжения задвижки 29, 30 открыты, а задвижки 31 и 32 закрыты, в теплообменник поступает теплофикационная вода, подогревающая ПТ, степень нагрева которой регулируется по датчику температуры 9 изменением, при помощи вентиля 11, количества теплофикационной воды.



❖ **Рис. 16.** Система нагрева приточного воздуха и горячего водоснабжения (с использованием теплоты ВЭР и вентвыбросов и перераспределением избытков теплоты, возникающих в установках нагрева воздуха, для нужд горячего водоснабжения — когда температура теплоносителя ВЭР или вентвыбросов не превышает температуры воды горячего водоснабжения и отсутствует возможность обмерзания теплообменника 2 в потоке горячего теплоносителя)

В теплый период года, когда отсутствует необходимость подогрева приточного воздуха, закрывают задвижки 26, 27, 28, 29, 30 и открывают задвижки 22, 23, 25, 31 и 32. В этом случае промежуточный теплоноситель циркулирует между теплообменниками 3 и водоводяным теплообменником 8, обеспечивая подогрев водопроводной воды.

**Достоинства систем нагрева приточного воздуха с использованием единого теплоносителя — это сокращение числа насосных установок и более глубокое использование температурного потенциала первичного теплоносителя**

На рис. 16, 17 и 18 приведены системы нагрева приточного воздуха и горячего водоснабжения с использованием теплоты ВЭР и вентвыбросов и перераспределением избытков теплоты, возникающих в установках нагрева воздуха, для нужд горячего водоснабжения. Системы, изображенные на рис. 16 и 17, в основном применимы в случае, когда температура теплоносителя ВЭР или вентвыбросов не превышает температуры воды горячего водоснабжения.

Согласно схеме рис. 16, система нагрева приточного воздуха работает по общеизвестному алгоритму. Теплоноситель ВЭР или вентвыброс перемещается вентилятором 1 через рекуперативный теплообменник 2, включенный в циркуляционный контур промежу-

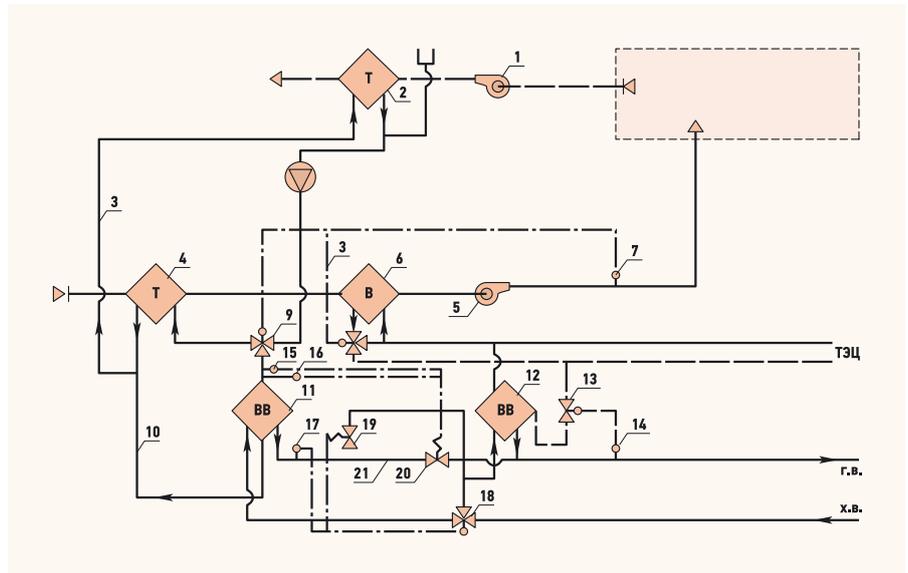


Рис. 18. Система нагрева приточного воздуха и горячего водоснабжения (с использованием теплоты ВЭР и вентвыбросов и перераспределением избытков теплоты, возникающих в установках нагрева воздуха, для нужд горячего водоснабжения)

точного теплоносителя 3, который в приточном канале имеет аналогичный теплообменник 4. ПТ переносит теплоту от теплоносителя ВЭР или вентвыбросов к холодному приточному воздуху, перемещаемого вентилятором 5. Окончательный нагрев приточного воздуха осуществляется от источника первичной теплоты в воздушнонагревателе 6. Степень нагрева приточного воздуха регулируется по сигналу датчика температуры приточного воздуха 7 посредством трехходовых клапанов 8 и 9, установленных на подводящих и отводящих трубопроводах воздушнонагревателя 6 и теплообменника 4, соответственно.

На обводной линии 10 теплообменника 4 размещен водоводяной теплообменник 11, включенный по трубопроводу холодного во-

доснабжения перед водоводяным теплообменником, осуществляющим нагрев холодной воды для нужд горячего водоснабжения от источника первичной теплоты. Степень нагрева воды регулируется вентилем 13 по сигналу датчика температуры 14.

В периоды, когда вся теплота, отводимая от ВЭР или вентвыбросов, используется для нагрева приточного воздуха, через водоводяной теплообменник 11, ПТ не циркулирует, и водопроводная вода проходит через него, не изменяя своей температуры. Как только возникает необходимость с целью обеспечения требуемой температуры приточного воздуха сократить подачу ПТ в теплообменник 4, трехходовой клапан начинает пропускать часть циркулирующего ПТ помимо теплообменника 4, направляя по обводной линии 10 в водоводяной теплообменник 11. Направленный в теплообменник 11 ПТ охлаждается, нагревая при этом холодную воду.

При поступлении предварительно подогретой воды в теплообменник 12 изменяется ее температура на выходе, и по сигналу датчика температуры 14 вентиль 13 уменьшает расход теплоты от первичного источника.

Как следует из описанного алгоритма работы системы, при возникновении избытков теплоты, отводимой от теплоносителей ВЭР и вентвыбросов и не потребляемой полностью в установке приточного воздуха, этот избыток сразу же используется для целей горячего водоснабжения.

Рассмотренная схема достаточно проста и, как представляется, надежна в эксплуатации. Она может быть рекомендована к применению, когда отсутствует возможность обмерзания теплообменника 2 в потоке горячего теплоносителя, в противном случае может быть использована система нагрева приточного воздуха, схема которой приведена на рис. 17 [3–10]. В отличие от предыдущей схемы, данная система оборудуется дополнитель-

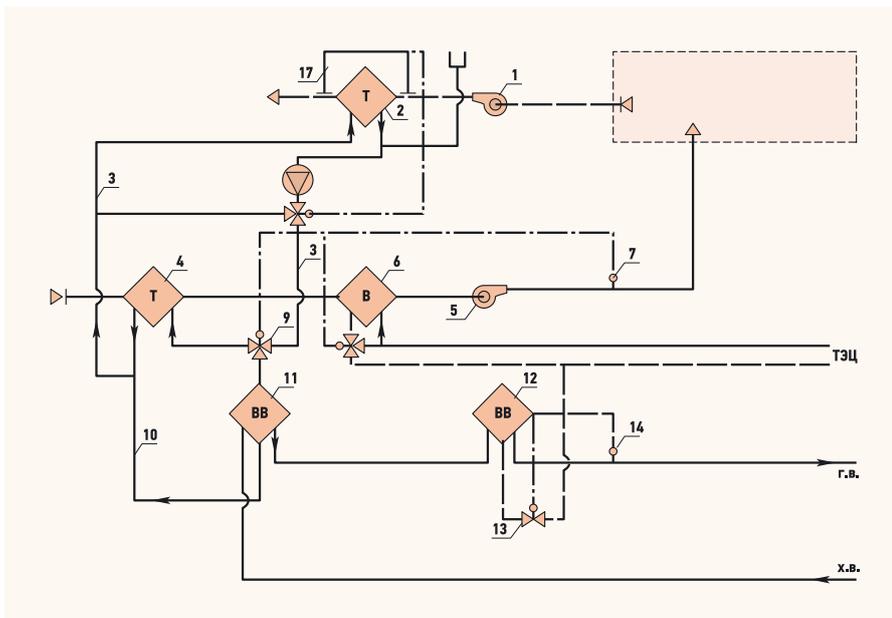


Рис. 17. Система нагрева приточного воздуха и горячего водоснабжения (с использованием теплоты ВЭР и вентвыбросов и перераспределением избытков теплоты, возникающих в установках нагрева воздуха, для нужд горячего водоснабжения — температура теплоносителя ВЭР или вентвыбросов не превышает температуры воды горячего водоснабжения и присутствует возможность обмерзания теплообменника 2 в потоке горячего теплоносителя)

ным трехходовым клапаном 15, рециркуляционным трубопроводом 16 и датчиком перепада давлений 17. Перечисленное дополнение контролирует степень обледенения теплообменника 2 и обеспечивает восстановление его работоспособности.

Как видно из сопоставления схем, рассматриваемая система дополнительно оборудуется двумя датчиками температуры 15 и 16, размещенными в потоке ПТ, и датчиком температуры 17, установленным на водопроводной воде за теплообменником 11. На перечисленные датчики возлагаются функции перераспределения потоков водопроводной воды с целью максимального использования потенциала источника ВЭР или вентвыбросов при помощи трехходового клапана 18, соленоидных вентилей 19, 20 и обводной линии 21. При температуре ПТ, например, 70 °С, регистрируемой датчиком 15, включается в работу датчик 17, воздействующий на трехходовой клапан 18 и обеспечивающий нагрев части водопроводной воды до требуемой температуры в теплообменнике 11, другая часть нагревается в теплообменнике 12. При этом соленоидный клапан 19 закрыт, а 20 — открыт.

Понижение температуры ПТ, например, до 60 °С регистрируется датчиком температуры 16, по сигналу которого отключается датчик температуры 17, трехходовой клапан переключается в положение, обеспечивающее направление всего потока воды в теплообменник 11, соленоидный клапан 19 открывается, а 20 — закрывается. Данное переключение обуславливает последовательное прохождение потока водопроводной воды через водоводяные теплообменники 11 и 12.

Рассмотренные в данной статье технологические схемы систем утилизации теплоты вентиляционных выбросов и ВЭР не следует воспринимать как нечто застывшее, не подлежащее развитию, изменению. Наряду с тем, что автор приводит конкретные схемы с указанием возможности их автоматизации, рассмотрение их в той последовательности, в которой они приведены, позволяет проследить динамику их развития — возникновение проблем, повышение эффективности систем и методы их решения. В зависимости от применяемого оборудования — регулирующих клапанов и т.п. — приведенные схемы непременно могут быть несколько трансформированы. ●

1. Госстрой БССР. Анализ теплоэнергетических балансов, разработка принципиальных схемных решений систем ОВ с использованием тепловых ВЭР. — Мн.: БГИПП, 1984.
2. Типовые материалы для проектирования 904-02-26.86. Системы вентиляции зданий с утилизацией теплоты удаляемого воздуха в жидкостно-воздушных теплоутилизаторах с промежуточным теплоносителем. — М., 1986.
3. Госстрой СССР. Разработка предложений по использованию тепла оборотной воды в системах вентиляции Балановского комбината искусственного волокна. — М.: Главстройпроект, ЦНИИпромзданий, 1988.
4. Богословский В.Н., Поз М.Я. Теплофизика аппаратов утилизации теплоты систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. — М.: Стройиздат, 1983.
5. Карпис Е.Е. Энергосбережение в системах кондиционирования воздуха. — М.: Стройиздат, 1986.
6. Рекомендации по проектированию воздухоприготовительных центров с теплообменниками для утилизации теплоты вытяжного воздуха. — М.: МНИИТЭП, 1983.
7. Государственный комитет СССР по ценам. Прейскурант №09-01. Тарифы на электрическую и тепловую энергию, отпускаемую энергосистемами и электростанциями Министерства энергетики и электрификации СССР. — М.: Прейскурантиздат, 1989.
8. Аничкин А.Г. Диаграмма  $t_{\text{в}}-t_{\text{г}}$  для анализа работы теплоутилизационных установок ВНИИкондиционер / Кондиционеростроение. Сб. 13. — Харьков, 1985.
9. Б.И. №20, 1987. А.с. №1314200.
10. Б.И. №39, 1985. А.с. №1186901.
11. Б.И. №7, 1986. А.с. №1213316.
12. Заяв. на изобрет. №3786248 от 29.08.84. Установка для утилизации теплоты.
13. Заяв. на изобрет. №4604538 от 2.09.88. Установка для утилизации теплоты.
14. Заяв. на изобрет. №4604539 от 2.09.88. Способ утилизации теплоты.
15. Заяв. на изобрет. №4643728 от 31.01.89. Установка для утилизации теплоты.
16. Заяв. на изобрет. №4643729 от 31.01.89. Способ утилизации теплоты.
17. Б.И. №41, 1988. А.с. №1435894.
18. Б.И. №23, 1988. А.с. №1488675.

We measure it.

testo

testo 330 LL - графическая визуализация данных измерений:

**Анализ дымовых газов  
понятный с первого взгляда!**



Товар сертифицирован

реклама

#### Газоанализатор Testo 330-2 LL

Цветной дисплей с высоким разрешением, помогает Вам анализировать работу котлов и горелок с помощью графической визуализации данных

Новое меню измерений с расширенными функциями анализа

Гарантия 4 года на прибор и сенсоры CO и O2, за исключением быстроизнашивающихся частей (фильтры)

Подробнее на [www.testo.ru/330LL](http://www.testo.ru/330LL)



Кондиционеры

**аerONIK**

**ВСЕМ ХОРОШО!**

**СHERBROOKE**.ru



Эксклюзивный  
дистрибьютор

ного расчета. Ранее подобная задача была решена автором применительно к сопротивлениям, встречающимся в водяных системах отопления [3]. Рассмотрим теперь данный вопрос для механических систем В и КВ. Ниже приведены результаты аппроксимации данных [2] для унифицированных тройников (узлов ответвлений) на проход. Общий вид зависимостей выбирался, исходя из физических соображений с учетом удобства пользования полученными выражениями при обеспечении допустимого отклонения от табличных данных:

□ для приточных тройников, при  $L'_o \leq 0,7$  и  $f'_n \geq 0,5$ :

$$\zeta_{\text{прох}}^{\text{прит}} = 0,41 + f'_n \left[ 25(L'_o - 0,2)^4 - 0,25 \right], \quad (1)$$

а при  $L'_o \leq 0,4$  можно пользоваться упрощенной формулой:

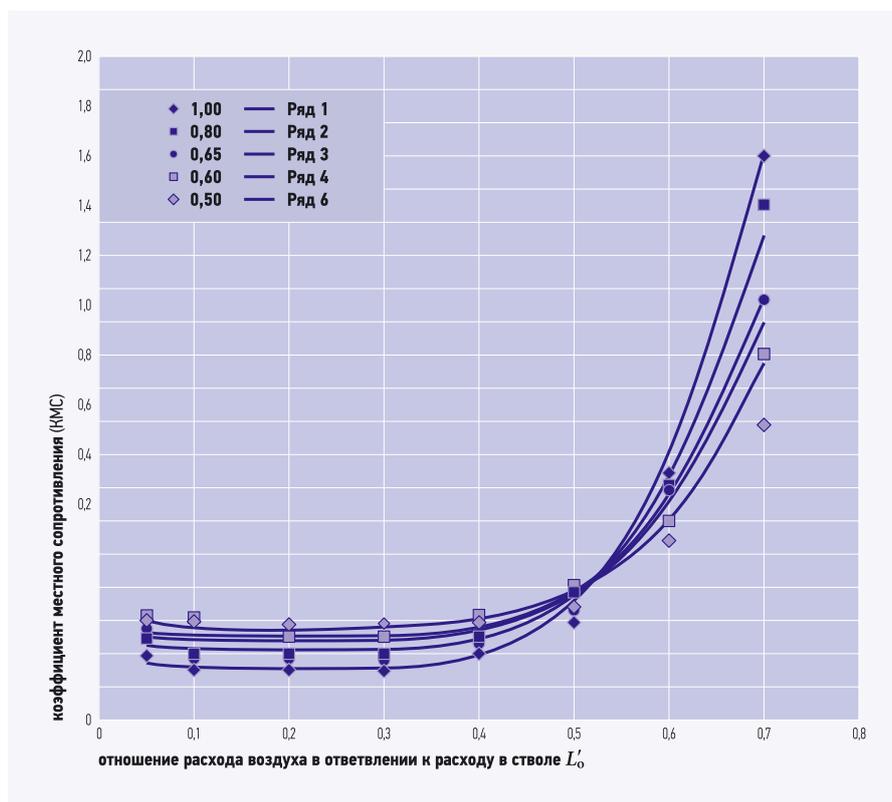
$$\zeta_{\text{прох}}^{\text{прит}} = 0,425 - 0,25f'_n. \quad (2)$$

□ для вытяжных тройников:

$$\zeta_{\text{прох}}^{\text{вых}} = (0,2 + 1,7f'_n) \times \left[ 0,35 - 0,25f'_o + 2,4 \frac{(L'_o - 0,2)^2}{f'_o} \right]. \quad (3)$$

Нетрудно заметить, что относительная площадь прохода  $f'_n$  при нагнетании или соответственно ответвления  $f'_o$  при всасывании влияет на КМС одинаковым образом, а именно с увеличением  $f'_n$  или  $f'_o$  сопротивление будет уменьшаться, причем числовой коэффициент при указанных параметрах во всех приведенных формулах один и тот же, а именно (-0,25). Кроме того, и для приточных, и для вытяжных тройников при изменении расхода воздуха в ответвлении относительный минимум КМС имеет место при одинаковом уровне  $L'_o = 0,2$ . Данные обстоятельства говорят о том, что полученные выражения, несмотря на свою простоту, в достаточной мере отражают общие физические закономерности, лежащие в основе влияния исследуемых параметров на потери давления в тройниках любого типа. В частности, чем больше  $f'_n$  или  $f'_o$ , т.е. чем ближе они к единице, тем меньше меняется структура потока при прохождении сопротивления, а значит, и меньше КМС. Для величины  $L'_o$  зависимость является более сложной, но и здесь она будет обшей обоим режимов движения воздуха.

Представление о степени соответствия найденных соотношений и исходных значений КМС дает рис. 1, где показаны результаты обработки таблицы 22.37 для КМС унифицированных тройников (узлов ответвлений) на



•• Рис. 1. Зависимость КМС унифицированных приточных тройников от величины  $L'_o = L_o/L_c$  [при различных значениях параметра  $f'_n = f_n/f_c$  (указаны у маркеров), сплошные линии — аппроксимация по формуле (1), маркеры — данные [2]]

проход круглого и прямоугольного сечения при нагнетании. Примерно такая же картина получается и для аппроксимации табл. 22.38 с помощью формулы (3). Заметим, что, хотя в последнем случае речь идет о круглом сечении, нетрудно убедиться, что выражение (3) достаточно удачно описывает и данные табл. 22.39, относящиеся уже к прямоугольным узлам.

**Нетрудно заметить, что относительная площадь прохода при нагнетании или соответственно ответвления при всасывании влияет на КМС одинаковым образом**

Погрешность формул для КМС в основном составляет 5–10% (максимально до 15%). Несколько более высокие отклонения может давать выражение (3) для тройников при всасывании, но и здесь это можно считать удовлетворительным с учетом сложности изменения сопротивления в таких элементах. Во всяком случае, характер зависимости КМС от влияющих на него факторов здесь отражается очень хорошо. При этом полученные соотношения не требуют ника-

ких иных исходных данных, кроме уже имеющихся в таблице аэродинамического расчета. В самом деле, в ней в явном виде должны быть указаны и расходы воздуха, и сечения на текущем и на соседнем участке, входящие в перечисленные формулы. Особенно это упрощает вычисления при использовании электронных таблиц MS Excel.

В то же время формулы, приведенные в настоящей работе, весьма просты, наглядны и легко доступны для инженерных расчетов, особенно в MS Excel, а также в учебном процессе. Их применение позволяет отказаться от интерполяции таблиц при сохранении точности, требуемой для инженерных расчетов, и непосредственно вычислять КМС тройников на проход при самых разнообразных соотношениях сечений и расходов воздуха в стволе и ответвлениях. Этого вполне достаточно для проектирования систем В и КВ в большинстве жилых и общественных зданий. ●

1. А.Д. Альтшуль, Л.С. Животовский, Л.П. Иванов. Гидравлика и аэродинамика. — М.: Стройиздат, 1987.
2. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2 / Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. — М.: Стройиздат, 1992.
3. О.Д. Самарин. О расчете потерь давления в элементах систем водяного отопления // Журнал С.О.К., №2/2007.

# аerоnіk

КАЖДОМУ ПО ПОТРЕБНОСТЯМ

Новые сплит-системы класса люкс и инверторы, настенные внутренние блоки мультizonальной системы AMV со встроенным EXV

## RAC

Широкий спектр моделей для жилых помещений разных стилей, инверторные технологии, полезные для здоровья функции, низкий уровень шума



Инверторные мультисплит системы от 2 до 5 внут-их блоков

## LCAC

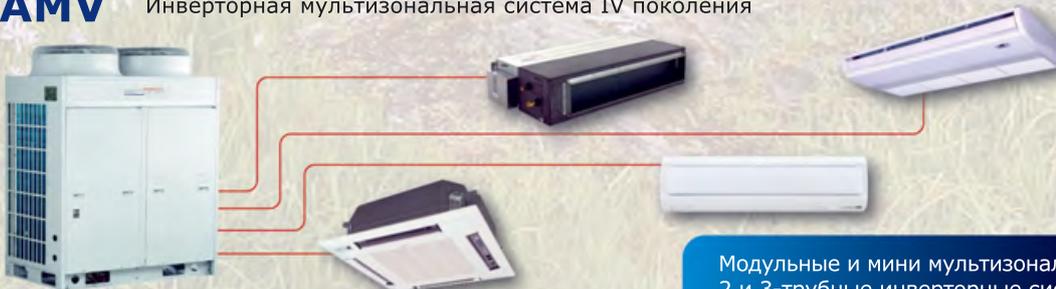
Высокая надёжность и эффективная работа при низких температурах



Полупромышленные системы от 2,7 до 18 кВт

## AMV

Инверторная мультizonальная система IV поколения



Модульные и мини мультizonальные 2 и 3-трубные инверторные системы от 10 до 56 кВт

# CHERBROOKE .ru

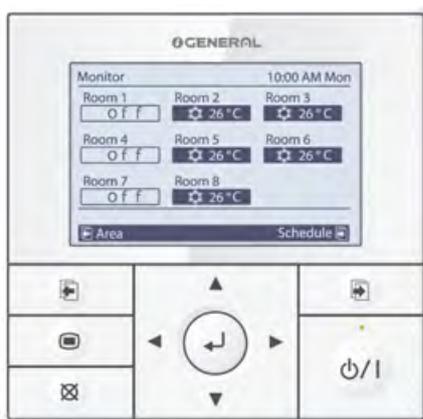


Эксклюзивный  
дистрибьютор



### Новая инверторная сплит-система Eco<sup>2</sup> Inverter

Кондиционер оснащен многоступенчатой системой очистки воздуха и встроенным датчиком движения, позволяющим автоматически активировать режим энергосбережения в случае отсутствия людей в помещении. Инфракрасный пульт имеет недельный таймер, а также позволяет регулировать уровень шума не только внутреннего, но и наружного блока. В сверхтихом режиме уровень шума, создаваемого внутренним блоком, не превышает 22 дБ(А). Отдельно стоит отметить новые инверторные сплит-системы ASHG-LLCA холодопроизводительностью 2,5 и 3,5 кВт.



❖ Центральный пульт для Flexible Multi

Внутренние блоки представлены настенными, напольными, кассетными, канальными и напольно-подпотолочными моделями мощностью от 2 до 7 кВт.

### Значительная длина фреоновых магистралей позволяет расположить наружный блок на большом расстоянии от внутренних блоков

Значительная длина фреоновых магистралей позволяет расположить наружный блок на большом расстоянии от внутренних. При разработке Flexible Multi учитывался также и тот факт, что наружный блок мультисплит-системы полностью нагружен не более 10% всего рабочего времени, поэтому эффективность работы при частичной нагрузке существенно увеличена. Например, при нагрузке 50% от номинала коэффициент энергоэффективности (EER) достигает 4,75.

### Тепловые насосы WaterStage

Линейка тепловых насосов WaterStage класса «воздух-вода», которая была впервые представлена на европейском рынке несколько лет назад, постоянно модернизируется и расширяется. Оборудование этого типа можно использовать для отопления и горячего водоснабжения гостиниц, ресторанов и офисов, но лучше всего оно подходит для загородных домов и коттеджей. В настоящее время системы WaterStage представлены тремя сериями: экономичной Comfort, высокоэффективной High Power и отличающейся простотой монтажа Compact.



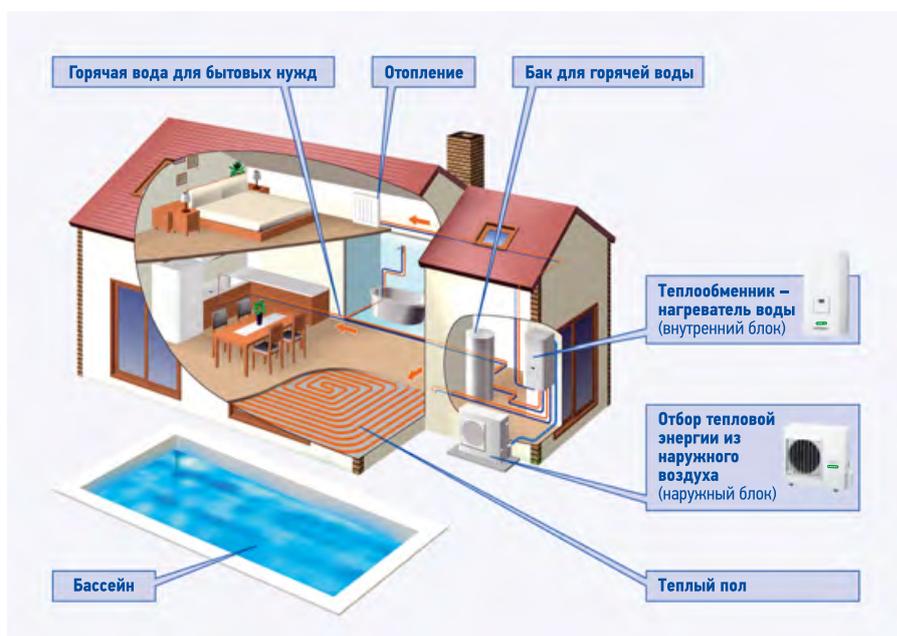
❖ Внешний блок Flexible Multi

Цена этих высокоэффективных DC-инверторных моделей класса энергоэффективности «А», произведенных на собственных заводах Fujitsu General Ltd., приближена к цене on/off и более доступна для потребителя.

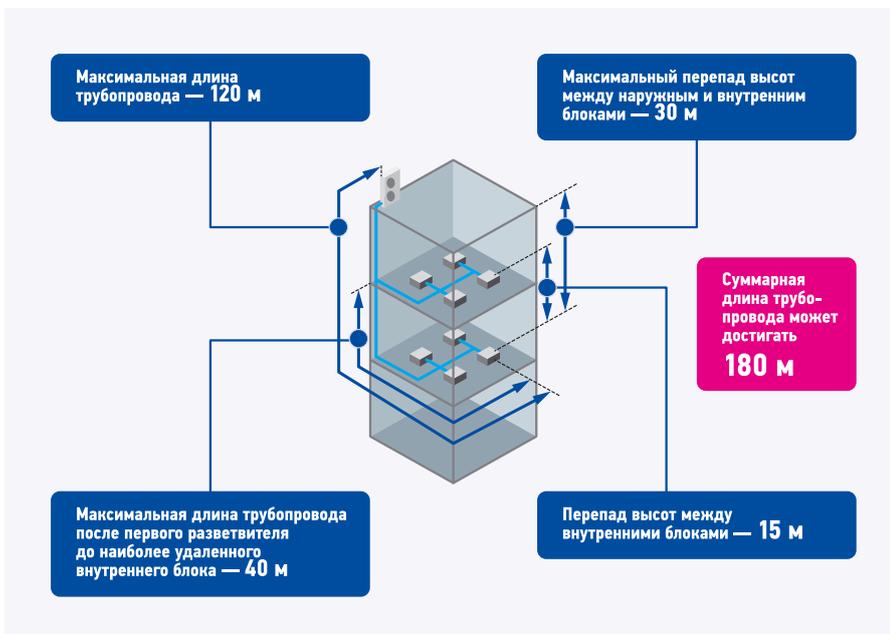
### Мультисплит-системы Flexible Multi

Новая серия инверторных мультисплит-систем свободной компоновки Flexible Multi отличается легкостью проектирования, простотой монтажа и эксплуатации, высокой энергоэффективностью, компактными размерами и низким уровнем шума наружных и внутренних блоков — от 21 дБ(А).

К наружным блокам холодопроизводительностью от 4 до 14 кВт могут подключаться от двух до восьми внутренних блоков, что позволяет эффективно кондиционировать объекты площадью от 40 до 200 м<sup>2</sup> (квартиры, загородные дома, гостиницы, рестораны, небольшие офисы и фитнес-центры).



❖ Тепловой насос General WaterStage



❖ Мини VRF-система отличается большой длиной фреоновой трассы

Эффективность работы этих тепловых насосов сохраняется при наружной температуре до  $-25^{\circ}\text{C}$ . При этом вода на выходе нагревается до  $60^{\circ}\text{C}$ , чего вполне достаточно для отопления при помощи «теплых полов», фанкойлов или современных радиаторов. Система WaterStage может быть совмещена с бойлером, который задействуется в сильный мороз или при отключении электричества. Кроме обогрева и горячего водоснабжения, система может использоваться для подогрева воды в бассейне и для охлаждения помещений летом.

**Мультизональная система мини-VRF Airstage**

В линейке систем мини-VRF Airstage, представленной на российском рынке в конце 2011 г., — три модели наружных блоков холодильной производительностью 11,2, 14 и 15,5 кВт

и возможностью подключения от двух до девяти внутренних блоков. Все наружные блоки представлены в одном корпусе и имеют однофазное подключение электропитания. Для этой серии применяются те же внутренние блоки, что и в серии Airstage V II. Благодаря этому можно объединять мини-VRF и большие VRF-системы в единую систему управления без использования каких-либо конверторов. Система мини-VRF также может быть легко интегрирована в сети BACnet и LonWorks и имеет возможность подключения локальной или сетевой программы диагностики и мониторинга системы Service Tool, являющейся современным, надежным и крайне удобным инструментом для проведения пусконаладочных, профилактических и ремонтных работ.

Наружный блок допускает загрузку до 130% от номинальной мощности. Длина фреоновой трассы может достигать 180 м

**Мультизональная инверторная система кондиционирования воздуха Airstage V II сочетает в себе отличные технические характеристики, легкость проектирования, простоту монтажа и эксплуатации, а также широкие возможности управления и диспетчеризации**

(длина одной ветви — не более 120 м), перепад высоты между наружным и внутренними блоками — до 50 м. Система эффективно работает при температуре уличного воздуха от  $-5$  до  $+46^{\circ}\text{C}$  в режиме охлаждения, а также от  $-20$  до  $+21^{\circ}\text{C}$  в режиме обогрева.

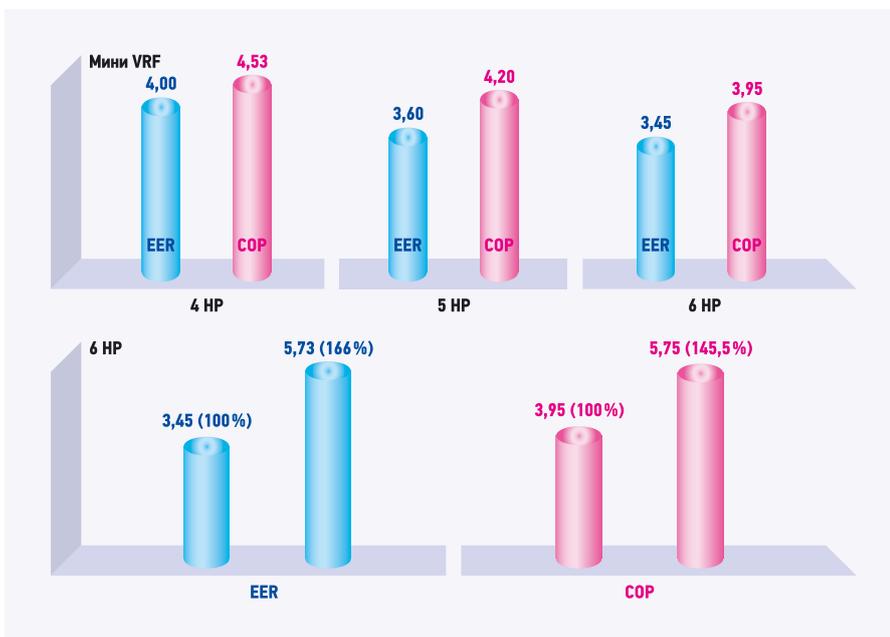
**Мультизональная система Airstage V II**

Мультизональная инверторная система кондиционирования воздуха Airstage V II сочетает в себе отличные технические характеристики, легкость проектирования, простоту монтажа и эксплуатации, а также широкие возможности управления и диспетчеризации.

В системе Airstage V II применяются 55 моделей внутренних блоков семи типов мощностью от 2,2 до 25 кВт. Модельный ряд наружных блоков состоит из пяти основных модулей, комбинируя которые можно добиться производительности от 22,4 до 135 кВт. Управлять внутренними блоками можно индивидуальными инфракрасными или проводными пультами, групповым или центральным пультом, а также системным контроллером, позволяющим осуществлять диспетчеризацию и почасовой расчет расхода электроэнергии. Система легко интегрируется в сети BACnet и LONWorks. Для ее мониторинга и диагностики можно использовать программу Service Tool.

Новое программное обеспечение мультизональных систем позволяет активировать такие функции, как ротация работы внутренних блоков, точное ограничение потребляемой мощности и специальный режим энергосбережения. К широкой гамме уже представленных ранее систем управления добавился новый центральный пульт, допускающий подключение до 100 внутренних блоков.

Более подробная информация о климатическом оборудовании General представлена в технической библиотеке сайта [www.general-russia.ru](http://www.general-russia.ru). Там же можно скачать последнюю версию программы подбора VRF-систем Design Simulator и электронные версии новых технических каталогов, посвященных системам Flexible Multi и Airstage V II. ●



❖ Весь модельный ряд наружных блоков имеет класс энергоэффективности «А»

**Генеральный дистрибьютор систем кондиционирования General в РФ — Группа компаний «АЯК». Сайты: [www.jac.ru](http://www.jac.ru), [www.general-russia.ru](http://www.general-russia.ru)**



**При совершенствовании конструкции с целью снижения потерь давления в теплообменнике, следует отдавать предпочтение именно увеличению высоты теплообменного пакета**

Термическую эффективность как правило определяют по формуле (равные расходы притока и вытяжки):

$$E = \frac{(t_{12} - t_{11})}{(t_{21} - t_{11})}, \quad (2)$$

где  $t_{11}$ ,  $t_{12}$  — температуры приточного воздуха на входе и на выходе из теплообменника;  $t_{21}$  — температура удаляемого воздуха на входе в теплообменник.

Числитель дроби можно рассматривать как характеристику рекуператора, т.е. степень совершенства теплообмена, определяемая в основном конструктивными особенностями теплообменника. Знаменатель представляет фактическую разность температур приточного и удаляемого воздуха на входе в теплообменник, которая может принимать любые значения из заданного интервала.

Из рис. 1 (кривая 1) видно, что по мере снижения температуры приточного воздуха термическая эффективность рекуператора убывает. Данное явление связано с тем, что степень утилизации теплоты удаляемого воздуха, или степень нагрева приточного воздуха, и разница температур потоков на входе в теплообменный пакет возрастают неравномерно. Рост разницы температур потоков на входе  $t_{21} - t_{11}$ , очевидно, опережает возрастание степени нагрева приточного воздуха  $t_{12} - t_{11}$ . Для обеспечения равной эффективности при больших градиентах температуры рекуператор должен иметь более развитую поверхность теплообмена. Из (2) следует, что эффективность будет снижаться по мере убывания температуры приточного воздуха, что видно на примере хода кривой эффективности при условиях сухого теплообмена ( $\varphi_{21} = 0\%$ , кривая 1).

В том случае, если удаляемый воздух является влажным, охлаждение до температуры ниже точки росы влечет за собой конденсацию водяного пара. Теплота конденсации передается приточному воздуху, в итоге повышая температуру последнего на выходе из пакета. Из характера зависимостей 2–6 (рис. 1) видно, что термическая эффективность рекуператора начинает возрастать с уменьшением температуры приточного воздуха в тот момент, когда начинается обра-

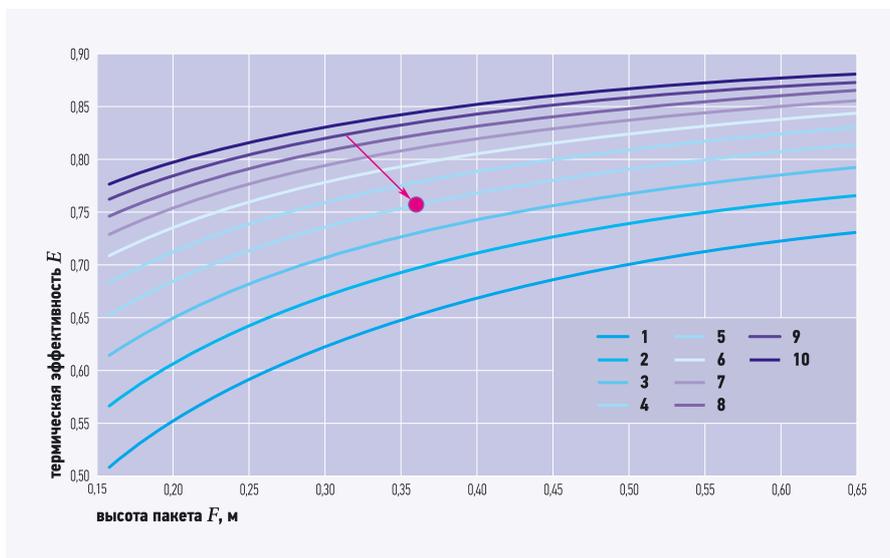


Рис. 2. Эффективность рекуператора при различных значениях  $F$  и  $B$  (1 —  $B = 0,23$  м; 2 —  $B = 0,27$  м; 3 —  $B = 0,31$  м; 4 —  $B = 0,35$  м; 5 —  $B = 0,39$  м; 6 —  $B = 0,43$  м; 7 —  $B = 0,47$  м; 8 —  $B = 0,51$  м; 9 —  $B = 0,55$  м; 10 —  $B = 0,59$  м)

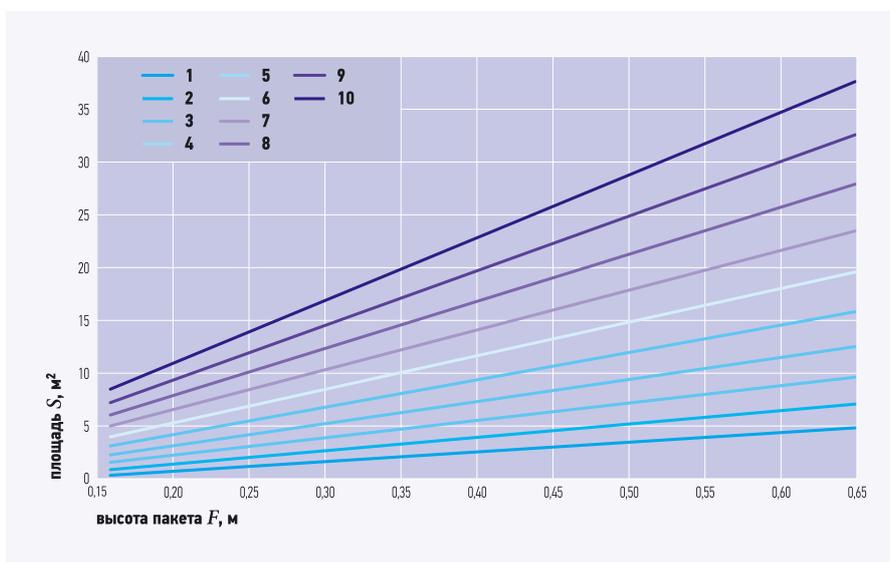


Рис. 3. Суммарная площадь пластин пакета при различных значениях  $F$  и  $B$  (1 —  $B = 0,23$  м; 2 —  $B = 0,27$  м; 3 —  $B = 0,31$  м; 4 —  $B = 0,35$  м; 5 —  $B = 0,39$  м; 6 —  $B = 0,43$  м; 7 —  $B = 0,47$  м; 8 —  $B = 0,51$  м; 9 —  $B = 0,55$  м; 10 —  $B = 0,59$  м)

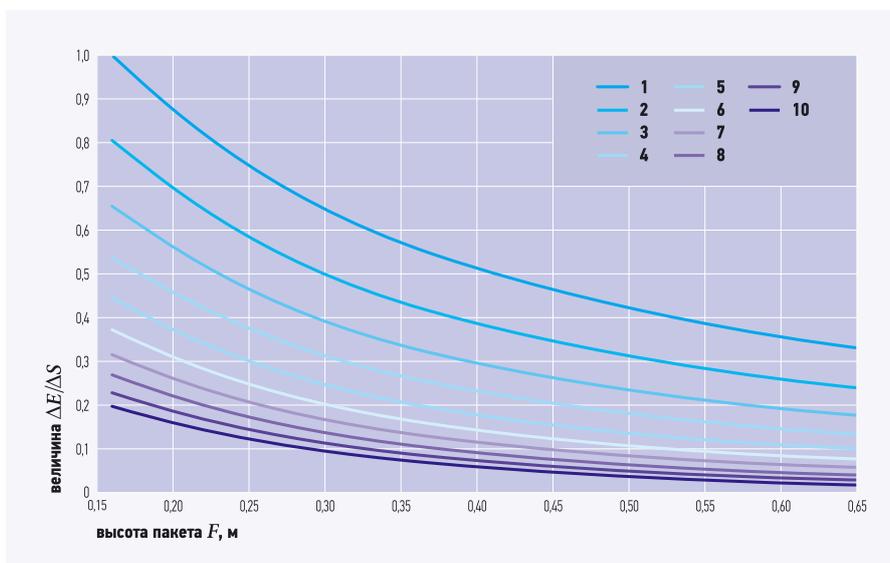


Рис. 4. Зависимость приведенной эффективности от габаритов теплообменного пакета (1 —  $B = 0,23$  м; 2 —  $B = 0,27$  м; 3 —  $B = 0,31$  м; 4 —  $B = 0,35$  м; 5 —  $B = 0,39$  м; 6 —  $B = 0,43$  м; 7 —  $B = 0,47$  м; 8 —  $B = 0,51$  м; 9 —  $B = 0,55$  м; 10 —  $B = 0,59$  м)

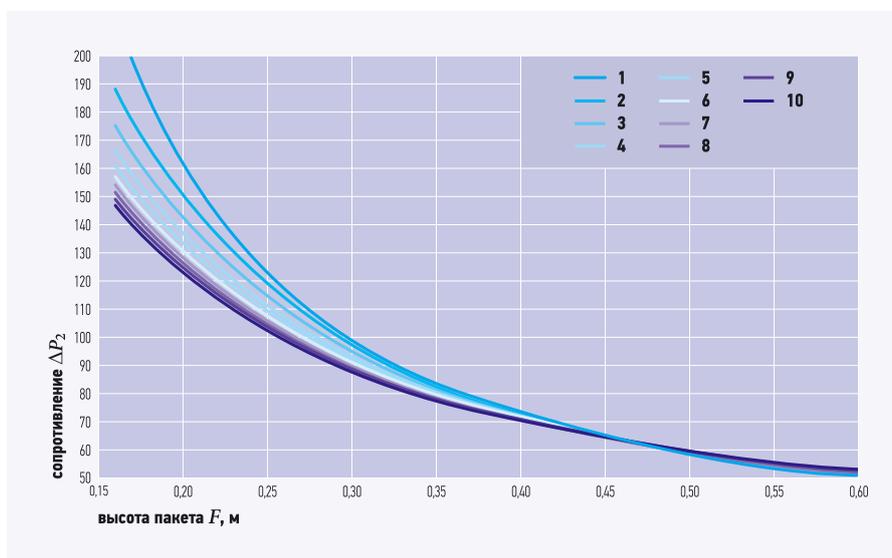


Рис. 5. Падение давления в рекуператоре при различных значениях  $F$  и  $B$  (1 —  $B = 0,23$  м; 2 —  $B = 0,27$  м; 3 —  $B = 0,31$  м; 4 —  $B = 0,35$  м; 5 —  $B = 0,39$  м; 6 —  $B = 0,43$  м; 7 —  $B = 0,47$  м; 8 —  $B = 0,51$  м; 9 —  $B = 0,55$  м; 10 —  $B = 0,59$  м)

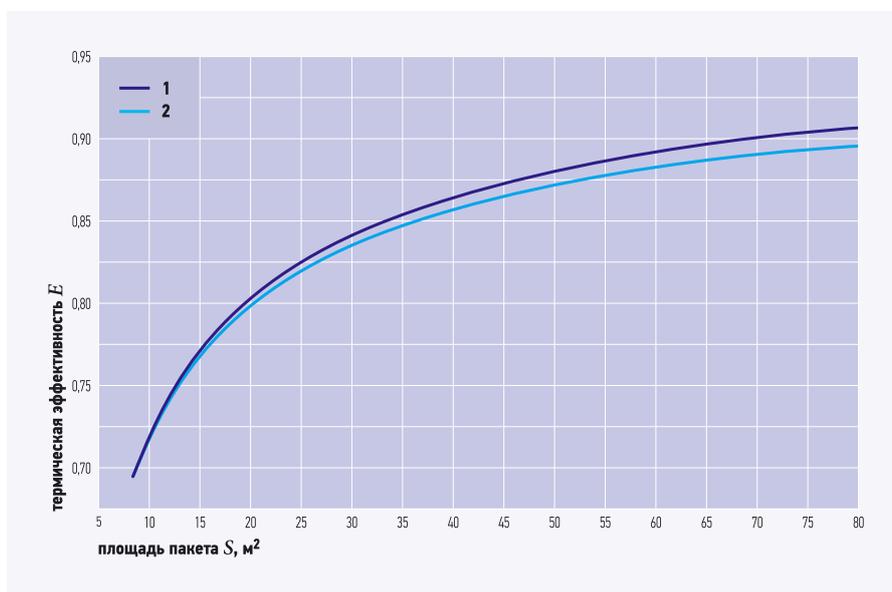


Рис. 6. Зависимость эффективности рекуператора от площади теплообмена при различных  $B$  и  $F$  (1 — кривая переменной высоты пакета  $F$ ; 2 — кривая переменной ширины пластины  $B$ )

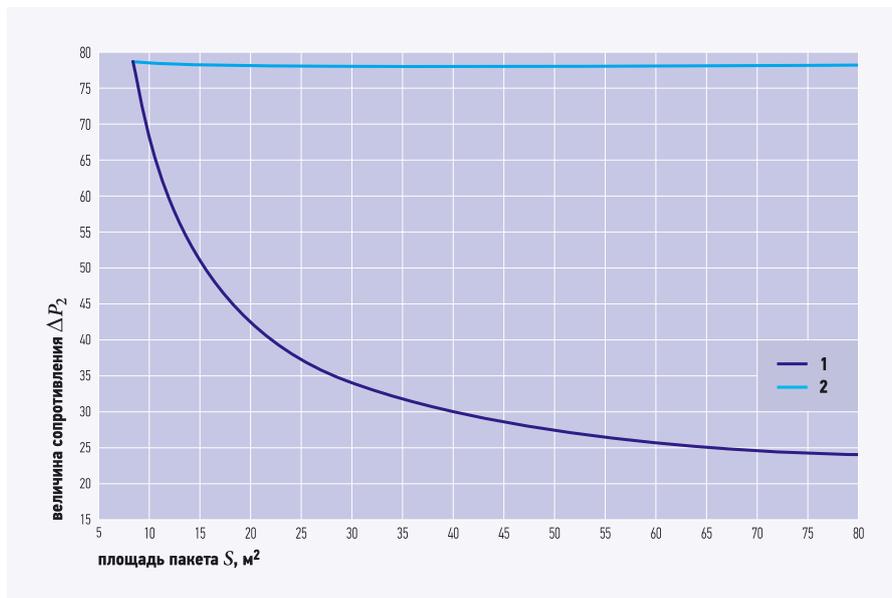


Рис. 7. Зависимость падения давления в рекуператоре от площади теплообмена при различных  $B$  и  $F$  (1 — кривая переменной высоты пакета  $F$ ; 2 — кривая переменной ширины пластины  $B$ )

зование конденсата, что соответствует достижению стенок температуры насыщения. По мере того, как все больше пара выделяется из удаляемого воздуха, эффективность продолжает увеличиваться, достигает максимума при некоторой температуре, а затем начинает убывать. Данное снижение эффективности рекуператора объясняется тем, что содержание водяного пара во влажном воздухе описывается нелинейной зависимостью, и чем ниже температура паровоздушной смеси, тем меньшее количество пара переходит в жидкую фазу при охлаждении воздуха на один градус. В результате, приточный воздух нагревается в меньшей степени.

**Режим работы рекуператоров в при температурах приточного воздуха ниже  $-10...-5^{\circ}\text{C}$  следует рассматривать как критический, поскольку в этом случае возможно образование инея в каналах, что приводит к росту аэродинамического сопротивления теплообменного пакета и, как следствие, деградации теплообмена вплоть до выхода системы из строя**

Данный факт наглядно отображается зависимостью 6 (рис. 1): при подаче в теплообменник удаляемого влажного воздуха, который находится в насыщенном состоянии, термическая эффективность рекуператора убывает при снижении температуры приточного воздуха аналогично случаю подачи абсолютно сухого воздуха. Видимо, качественный характер зависимости эффективности от температуры приточного воздуха, полученный для данного примера, является общим для всех перекрестноточных рекуператоров.

Режим работы рекуператоров в при температурах приточного воздуха ниже  $-10...-5^{\circ}\text{C}$  следует рассматривать как критический, поскольку в этом случае возможно образование инея в каналах, что приводит к росту аэродинамического сопротивления теплообменного пакета и, как следствие, деградации теплообмена вплоть до выхода системы из строя. На основе накопленного экспериментального материала можно утверждать, что именно образование инея в каналах, а не замерзание жидкого конденсата представляет основную проблему при эксплуатации рекуператоров в области низких температур.

### Оптимизация конструкции перекрестноточного рекуператора

Необходимость решения задачи оптимизации режимных параметров и конструкции перекрестноточных рекуператоров возникает в результате того, что любое изменение геометрии и режима работы неоднозначно сказывается на таких показателях как аэродинамическое сопротивление, стоимость теплообменника и эффективность. Так, возрастание эффективности может сопровождаться ростом падения давления в пакете и увеличением стоимости теплообменника.

В связи с этим оптимизационная задача — многоцелевая, т.к. выбор лучшего варианта требует учета большого количества факторов. Наряду с отсутствием вычислительных проблем поиска экстремума нескольких целевых функций, которые слагают многокритериальный или векторный показатель качества установки, существуют некоторые методологические трудности поиска альтернативы. Частными целевыми функциями в рассматриваемом случае являются: эффективность, потери давления в рекуператоре и стоимость пакета. Многокритериальную оптимизацию рационально проводить в скалярной постановке с использованием метода «справедливого компромисса».

Пусть каждый критерий  $d_i(u)$  характеризует некоторый оптимизируемый показатель изделия  $u$ . Лучший вариант характеризуется наиболее удачным

### Утилизация потенциала вентвыбросов может быть полной, если обеспечивается равенство энтальпий удаляемого влажного воздуха в конце охлаждения и энтальпии воздуха, поступающего из окружающей среды

сочетанием всех показателей качества. Многоцелевая задача, таким образом, сводится к поиску экстремума функции следующего вида

$$\Delta = \sum_{i=1}^n [d_{i,\text{inv}}(u)] l_i, \quad (3)$$

где  $l_i$  — коэффициент значимости  $i$ -го показателя качества. Принимается, что:

$$\sum_{i=1}^n l_i = 1.$$

Значения  $l_i$  для каждой частной оценки выбирается на основе принятия экспертного решения. Строго регламентировать  $l_i$  невозможно, поскольку каждый теплообменник эксплуатируется в различных условиях и может быть изготовлен из различных материалов. Поэтому набор коэффициентов значимости оригинален для каждого конкретного случая. При равной значимости всех оценок имеем  $l_i = 1/n$ . Поскольку единицы измерения отдельных критериев различны, их приводят к инвариантному диапазону. Теплообменный пакет рекуператора характеризуется высотой пакета  $F$ , шириной (длиной) пакета  $B$ , высотой ка-

налов  $H$ . Задача оптимизации заключается в определении максимума глобальной функции качества и геометрии пакета, соответствующей экстремуму этой функции. Таким образом, используя формулу (3), глобальное качество можно представить в виде:

$$\Delta = [\Delta P_{2,\text{inv}}(F, B)]^{0,4} \times [E_{\text{inv}}(F, B)]^{0,4} \times [S_{\text{inv}}(F, B)]^{0,2}. \quad (4)$$

Показатели степени при частных инвариантных критериях дают в сумме 1. При выводе формулы (4) веса показателей получены из соображений о равной значимости эффективности и аэродинамического сопротивления и более низкой значимостью стоимости материалов (площади пластин).

Отношение весов показателей степени при эффективности  $E$ , сопротивлении  $\Delta P_2$  и площади  $S$  составляет, соответственно, 1:1:0,5.

Исходные данные:

- температура удаляемого воздуха имеет величину  $t_{21} = 22^\circ\text{C}$ ;
- влажность удаляемого воздуха имеет величину  $\varphi_{21} = 65\%$ ;
- температура приточного воздуха имеет величину  $t_{11} = 0^\circ\text{C}$ ;
- влажность приточного воздуха имеет величину  $\varphi_{11} = 75\%$ ;
- номинальный расход имеет величину  $G_1 = G_2 = 350 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Результаты расчетов частных функций качества приведены на рис. 2–5. На рис. 2 представлена зависимость эффективности рекуператора от габаритов пакета. Можно видеть, что увеличение каждого из размеров  $F$  и  $B$  приводит к увеличению эффективности вследствие роста площади теплообмена и снижения массового расхода через отдельно взятую пластину. Возрастание эффективности наиболее интенсивно протекает в области малых размеров теплообменного пакета. Последнее объясняется особенностями распределения температур и коэффициентов теплоотдачи при перекрестном токе.

Стрелка на рис. 2 определяет эффективность, высоту пакета и ширину пластины базовой модели рекуператора  $F \times B \times H = 350 \times 350 \times 350 \times 4 \text{ мм}$ .

Используя представленные графики, можно определить эффективность рекуператора при фиксированном расходе для широкого диапазона размеров пакета. Так, эффективность базовой модели может быть достигнута при различных сочетаниях  $F$  и  $B$ ; определить численные значения высоты и ширины пакета, соответствующие фиксированному значению эффективности, можно, смещаясь по горизонтали из исходной точки.



# Panasonic

ideas for life

Обладая более чем 30-летним опытом, экспортируя продукцию в более чем 120 стран мира, компания Panasonic, безусловно, является одним из лидеров в сфере воздушного кондиционирования. Компания также является мировым лидером в инновациях. В целом, выпустив более 200 миллионов компрессоров и родственной продукции, в частности, бытовых кондиционеров, компания удерживает первое место на рынке в Японии, а также в других крупных странах Азии. Мы знаем, что установка систем охлаждения и отопления означает большую ответственность, и поэтому предлагаем вам лучшие технические решения в области охлаждения и отопления.

## Новая серия 3-WAY ECOi MF1

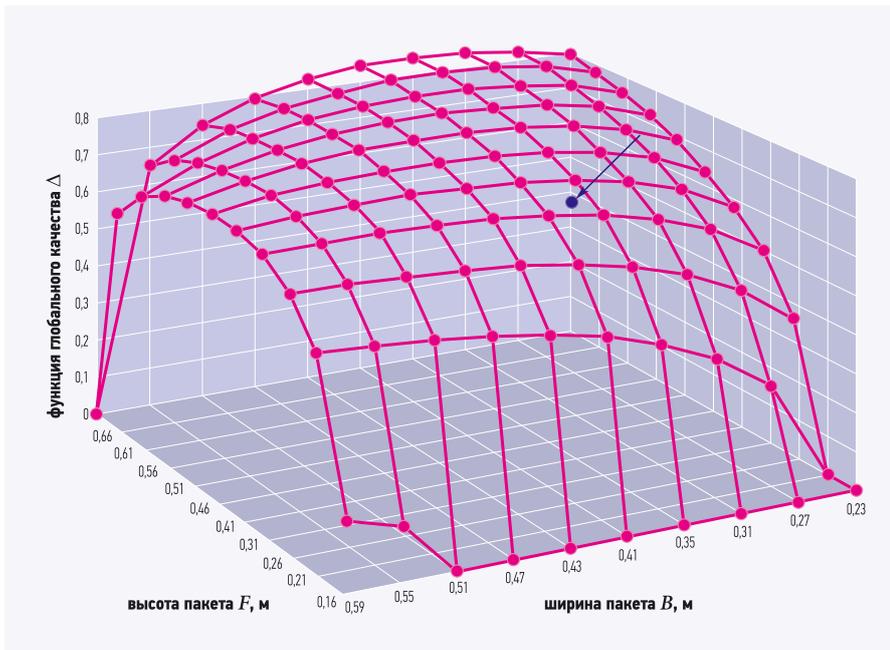
- Повышенная эффективность работы
- Полностью автоматизированная работа в режимах одновременного охлаждения/обогрева и рекуперация тепла
- Расширенный рабочий диапазон охлаждения и обогрева
- Безостановочная работа во время сервисного обслуживания
- Увеличенное количество присоединяемых блоков внутренней установки
- Конструкция трубопроводов большой протяженности
- Единый размер корпуса наружных блоков
- Компрессор снабжен высокопроизводительной внутренней камерой высокого давления
- Усовершенствованный теплообменник
- Регулировка потребления энергии для ее экономии (регулирование нагрузки)\*1
- Увеличение срока службы компрессоров за счет равномерного распределения продолжительности работ



СНЕРВРООКЕ .RU



Официальный  
дистрибьютор



•• Рис. 8. Зависимость глобальной функции качества от высоты  $F$  и ширины пакета  $B$

На рис. 3 представлена зависимость площади теплообмена от высоты и ширины пластины пакета. Безразмерное приращение эффективности  $\Delta E$ , отнесенное к безразмерному приращению площади  $\Delta S$  определит приведенную эффективность. Приведенная эффективность зависит от абсолютной величины площади теплообмена и уменьшается по мере возрастания габаритов теплообменника, что показано на рис. 4.

В области малых значений  $F$  и  $B$  увеличение  $S$  приводит к более значительному увеличению эффективности, чем аналогичное приращение площади при больших значениях  $F$  и  $B$ . Этим объясняется асимптотический характер кривых 1–10 (рис. 4).

Увеличение какого-либо из размеров крупногабаритного теплообменника слабо сказывается на изменении эффективности (кривая 10 на рис. 4) и влияет, в основном, на сопротивление рекуператора. Таким образом, можно говорить о существовании оптимального сочетания параметров  $F$  и  $B$ , соответствующего рациональной эффективности перекрестноточных рекуператоров, превышение которой за счет увеличения габаритов установки влечет за собой существенное удорожание конструкции.

На рис. 5 приведены кривые зависимости падения давления в рекуператоре от габаритов пакета. Анализ представленных графиков позволяет сделать заключение, что изменение высоты пакета  $F$  значительно сильнее сказывается на сопротивлении пакета, чем изменение параметра  $B$ . Таким образом, при со-

вершенствовании конструкции с целью снижения потерь давления в теплообменнике, следует отдавать предпочтение именно увеличению высоты пакета  $F$ .

Одна и та же площадь теплообменной поверхности может быть получена при различных сочетаниях  $F$  и  $B$ . Интерес представляет зависимость эффективности и падения давления в рекуператоре от площади теплообменной поверхности. Приращение площади  $S$  может быть достигнуто двумя путями: при фиксированной высоте пакета  $F$  — увеличением ширины пластины  $B$ , при фиксированном  $B$  — увеличением высоты  $F$ .

**Одна и та же площадь теплообменной поверхности может быть получена при различных сочетаниях  $F$  и  $B$ . Интерес представляет зависимость эффективности и падения давления в рекуператоре от площади теплообменной поверхности**

Неизменные геометрические параметры соответствуют размерам базовой модели, расходы — номинальному значению. Результаты приведены на рис. 6 и 7.

Как следует из рис. 6, эффективность рекуператора возрастает при увеличении  $S$ , причем возрастание высоты пакета (кривая 1) приводит к более высоким значениям эффективности, чем увеличение ширины пластины пакета (кривая 2). Отсюда следует, что степень утилизации теплоты в рекуператоре в большей сте-

пени определяется расходом теплоносителей и в меньшей степени — площадью отдельно взятой пластины. Однако разность эффективности для двух рассмотренных случаев незначительна и не превышает нескольких процентов.

На рис. 7 представлена зависимость падения давления от площади поверхности теплообмена. Можно видеть, что увеличение  $F$  (см. также рис. 5) значительно уменьшает сопротивление рекуператора вследствие существенного снижения скорости течения в каналах пакета при неизменной длине канала и ширине пластины ( $B = \text{const}$ ). Последнее, приводит к уменьшению потерь давления на трение в теплообменном пакете. Изменение  $B$  незначительно сказывается на величине  $\Delta P_2$  (кривая 2, рис. 7). В области малых значений  $B$  имеет место снижение потерь давления, в области больших  $B$  — слабое увеличение (не отражено в масштабе графика), вызванное ростом потерь на удар на входе и выходе из рекуператора в патрубки. Описанная слабая зависимость  $\Delta P_2(B)$  обусловлена тем фактом, что снижение скорости течения в пакете (как результат увеличения живого сечения) компенсируется увеличением длины каналов.

Объединяя частные критерии качества в глобальную функцию в соответствии с (4), получим зависимость качества рекуператора в виде поверхности в поле параметров  $F$  и  $B$  (рис. 8). Стрелкой на рисунке указано качество базовой модели. Оптимальному качеству соответствует максимум функции  $\Delta(F, B)$ , т.е. вершина поверхности.

Оптимальное отношение  $F/B$  лежит в пределах 1,6–2,0. Таким образом, теплообменный пакет с лучшим сочетанием эксплуатационных и стоимостных показателей имеет вид параллелепипеда, набранного из значительного количества пластин небольшой площади.

### Использование $h$ - $d$ -диаграммы для анализа процессов утилизации в перекрестноточных рекуператорах

Большинство перекрестноточных теплообменников изготавливается из непроницаемых для водяного пара и конденсата материалов. Проведем теоретическое исследование возможности утилизации потенциала удаляемого воздуха в пластинчатом рекуператоре с непроницаемыми стенками.

Выражение для энтальпии влажного воздуха при  $t > 0^\circ\text{C}$  имеет вид:

$$h = h_{c,B} + dh_{\text{п}} + d_B h_B, \quad (5)$$

где  $h_{c,B}$ ,  $h_{\text{п}}$ ,  $h_B$  — удельные энтальпии сухого воздуха, водяного пара и воды;

**Panasonic**  
ideas for life



**ECONAVI**

**УМНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ.**

Обеспечит персональный комфорт Вашей семье.

## ЭКО-ТЕХНОЛОГИИ КОМФОРТА У ВАС ДОМА

Инфракрасные датчики ECONAVI\* определяют положение человека в пространстве и степень его активности, настраивают нужную температуру и интенсивность воздушного потока, создавая персональные зоны комфорта в Вашем доме.

\* ЭКОНЭВИ



**INVERTER**



**eco  
ideas**

На правах рекламы.

**CHERBROOKE**.RU



Официальный  
дистрибьютор

$d_B$  — массовое содержание воды (водность). Подставляя в уравнение значения удельных энтальпий сухого воздуха, пара и воды, получаем:

$$h = c_{p,c.в}t + d[c_{p,п}(t - t_H) + c_{p,в}t_H + r] + d_B c_{p,в}t_H. \quad (6)$$

где  $c_{p,c.в}$ ,  $c_{p,п}$ ,  $c_{p,в}$  — средние изобарные теплоемкости сухого воздуха; пара и воды;  $t_H$  — температура насыщения;  $r$  — теплота парообразования.

Последний член формулы (6) — энтальпия содержащейся в воздухе воды. На основе (6) можно получить выражение для определения энтальпий влажного воздуха в состоянии насыщения, тумана, а также вычислить изменение энтальпии при охлаждении. В том случае, если воздух является ненасыщенным, из (2) следует, что энтальпия:

$$h = c_{p,c.в}t + d[c_{p,п}(t - t_H) + c_{p,в}t_H + r], \quad (7)$$

для насыщенного воздуха:

$$h = c_{p,c.в}t + d[c_{p,п}t_H + r]. \quad (8)$$

В формулах (7)–(8) член  $d_B c_{p,в}$  отсутствует, поскольку содержание воды в системе равно нулю. При охлаждении ненасыщенного влажного воздуха до температуры, выше точки росы изменение влагосодержания не происходит, и разность энтальпий запишется в виде:

$$h_{21} - h_{22} = c_{p,c.в}(t_{21} - t_{22}) + c_{p,п}d_{21}(t_{21} - t_{22}). \quad (9)$$

Охлаждение ненасыщенного влажного воздуха ниже точки росы сопровождается изменением энтальпии:

$$h_{21} - h_{22} = c_{p,c.в}(t_{21} - t_{22}) + c_{p,п}d_{21}(t_{21} - t_{21H}) + r(d_{21} - d_{22}) + c_{p,в}(d_{21}t_{21H} - d_{22}t_{22}) + c_{p,в}(d_{B21}t_{21H} - d_{B22}t_{22}), \quad (10)$$

где  $t_{21H}$  — температура точки росы влажного воздуха с параметрами  $d_{21}$ ,  $t_{21}$  (температура насыщения). Параметры  $d_{22}$ ,  $t_{22}$  соответствуют состоянию насыщения (индекс «н» опущен). Заметим, что  $d_{B21} = 0$ , т.к. в начале охлаждения в воздухе отсутствует жидкая фаза. Содержание воды в системе в конце процесса  $d_{B22} = d_{21} - d_{22}$ . Формула (10) преобразуется в следующем образом:

$$h_{21} - h_{22} = c_{p,c.в}(t_{21} - t_{22}) + c_{p,п}d_{21}(t_{21} - t_{21H}) + r(d_{21} - d_{22}) + c_{p,в}d_{21}(t_{21H} - t_{22}). \quad (11)$$

В рекуперативных теплообменниках при отсутствии массообмена между потоками наиболее полно потенциал удаляемого воздуха можно использовать, охладив его до начальной температуры приточного, т.е.  $t_{22} = t_{11}$ . Вследствие того, что влажный приточный воздух в большинстве случаев является ненасыщенным, равенство температур  $t_{22} = t_{11}$  не обеспечивает равенства энтальпий  $h_{22}$  и  $h_{11}$ . Для более подробного рассмотре-

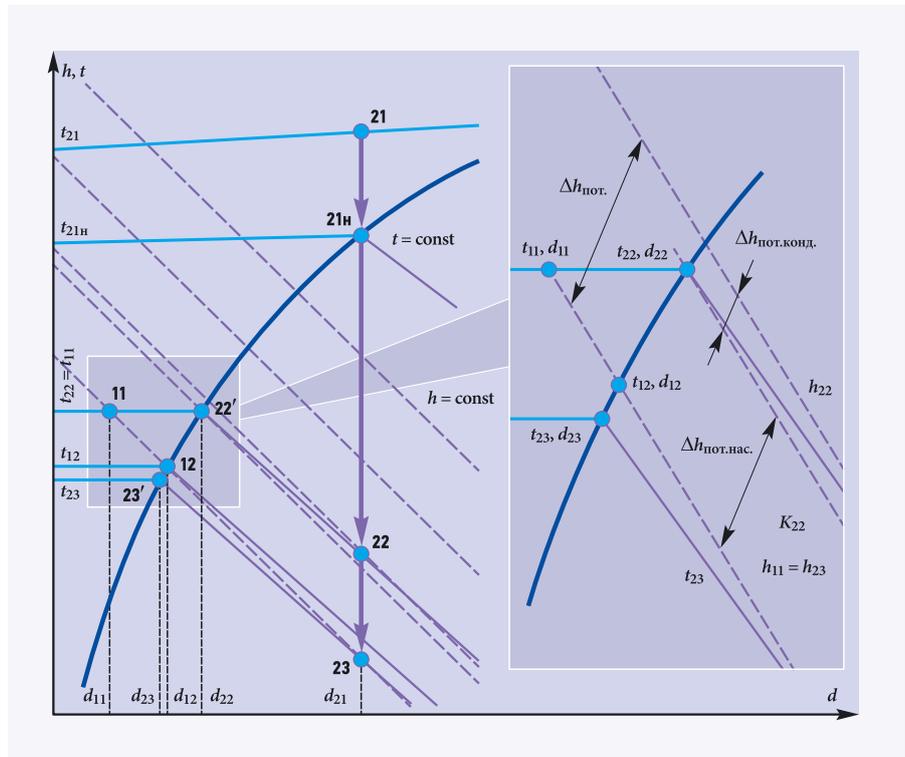


Рис. 9. Процесс охлаждения влажного воздуха на  $h$ - $d$ -диаграмме

рения процесса охлаждения влажного воздуха, обратимся к  $h$ - $d$ -диаграмме (рис. 9).

Охлаждение влажного воздуха от  $t_{21}$  до  $t_{22} = t_{11}$  изображается на диаграмме прямой, соединяющей точки 21 и 22, и проходит два этапа: первый — охлаждение ненасыщенного воздуха до температуры точки росы  $t_{21H}$ ; второй — охлаждение насыщенного воздуха до состояния точки 22, сопровождающееся переходом в область водяного тумана.

Параметры состояния насыщенного водяного пара в конце процесса охлаждения  $t_{22}$ ,  $d_{22}$  определяются точкой 22, лежащей на линии насыщения. Так как изотермы в области тумана не параллельны линиям постоянного теплосодержания, энтальпия влажного воздуха  $h_{22}$  оказывается выше, чем энтальпия, соответствующая состоянию точки 22'.

**В рекуперативных теплообменниках при отсутствии массообмена между потоками наиболее полно потенциал удаляемого воздуха можно использовать, охладив его до начальной температуры приточного**

Графически значение энтальпии  $h_{22}$  можно получить, определив точку пересечения изотермы  $t_{11}$  и линии постоянного влагосодержания 21–22. Потенциал, удаляемого влажного воздуха, который не может быть утилизирован в рекуператоре с непроницаемыми стенками, обозна-

чим  $\Delta h_{пот.}$ . Разница энтальпий удаляемого и приточного воздуха на входе в теплообменник определяется из уравнения:

$$h_{21} - h_{11} = c_{p,c.в}(t_{21} - t_{11}) + c_{p,п}[d_{21}(t_{21} - t_{21H}) - d_{11}(t_{11} - t_{11H})] + r(d_{21} - d_{11}) + c_{p,в}(d_{21}t_{21H} - d_{11}t_{11H}). \quad (12)$$

Изменение энтальпии удаляемого воздуха при охлаждении до  $t_{22} = t_{11}$  определяется из уравнения (11). Вычитая (11) из (12) получаем величину, характеризующую энтальпию, которая не может быть утилизирована в теплообменнике:

$$\Delta h_{пот.} = h_{22} - h_{11} = c_{p,в}(d_{21}t_{11} - d_{11}t_{11H}) + r(d_{22} - d_{11}) - c_{p,п}d_{11}(t_{11} - t_{11H}). \quad (13)$$

Потери энтальпии в рекуператоре нельзя избежать даже в том случае, когда приточный воздух находится в насыщенном состоянии. Пусть параметры приточного воздуха  $d_{22}$ ,  $t_{22}$  определяются точкой 22' (1). Энтальпия удаляемого влажного воздуха в конце процесса охлаждения определяется, как:

$$h_{22} = c_{p,c.в}t_{22} + d_{22}(c_{p,в}t_{22} + r) + c_{p,в}t_{22}(d_{21} - d_{22}). \quad (14)$$

Учитывая то, что  $t_{22} = t_{22}$ ,  $d_{22} = d_{22}$ , потери энтальпии составят:

$$\Delta h_{пот.} = h_{22} - h_{22} - c_{p,в}t_{22}(d_{21} - d_{22}). \quad (15)$$

Нетрудно видеть, что  $\Delta h_{пот.}$  обусловлено наличием в удаляемом воздухе конденсированного водяного пара, причем величина потерь равна энтальпии жидкой фазы. Последнее объясняет тот факт, что на рис. 9 изоэнтальпа  $h_{22}$  лежит выше  $h_{22}$ . Преобразуем выражение для суммарных потерь энтальпии (13):

$$\Delta h_{пот.} = c_{p,в}(d_{22}t_{11} - d_{11}t_{11H}) + r(d_{22} - d_{11}) - c_{p,п}d_{11}(t_{11} - t_{11H}) + c_{p,в}t_{11}(d_{21} - d_{22}). \quad (16)$$

Первые три члена представляют разницу энтальпий двух состояний приточного воздуха, соответствующих точкам 11 и 22', т.е. определяют увеличение энтальпии при переходе ненасыщенного влажного воздуха в состояние насыщенного при неизменной температуре  $t_{11}$ .

Обозначим потери, вызванные присутствием конденсата  $\Delta h_{\text{конд.пот}}$ , а разность энтальпий ненасыщенного воздуха и воздуха в состоянии насыщения при неизменной температуре —  $\Delta h_{\text{нас.пот}}$ .

Тогда формулу (16) можно представить в следующем виде

$$\Delta h_{\text{пот}} = \Delta h_{\text{нас.пот}} + \Delta h_{\text{конд.пот}} \quad (17)$$

Если приточный воздух находится в насыщенном состоянии, то величина потеря, как сказано выше, определяется только энтальпией конденсата:

$$\Delta h_{\text{пот}} = \Delta h_{\text{конд.пот}}$$

Так как энтальпия является функцией состояния, то ее изменение не зависит от выбранного пути интегрирования. Иными словами, переход из состояния точки 11 в состояние точки 22' можно осуществить различными способами, при этом разность энтальпий  $h_{22} - h_{11}$  остается неизменной. Следовательно, формулу (16) можно записать в значительно более простом виде

$$\Delta h_{\text{пот}} = c_{p,v}(d_{22}t_{11} - d_{12}t_{12}) + r(d_{22} - d_{12}) + c_{p,v}t_{11}(d_{21} - d_{22}), \quad (18)$$

где  $t_{12}, d_{12}$  — температура и влагосодержание приточного воздуха, соответствующее состоянию насыщения при энтальпии  $h_{11}$ . Очевидно, состояние

влажного воздуха в точке 12 определяется показанием смоченного термометра. Первые два члена (18) представляют собой разность энтальпий насыщенного воздуха состояния 22' ( $t_{11} = \text{const}$ ) и насыщенного воздуха состояния 12 ( $h_{11} = \text{const}$ ) и изображается на диаграмме отрезком длиной  $\Delta h_{\text{нас.пот}}$ .

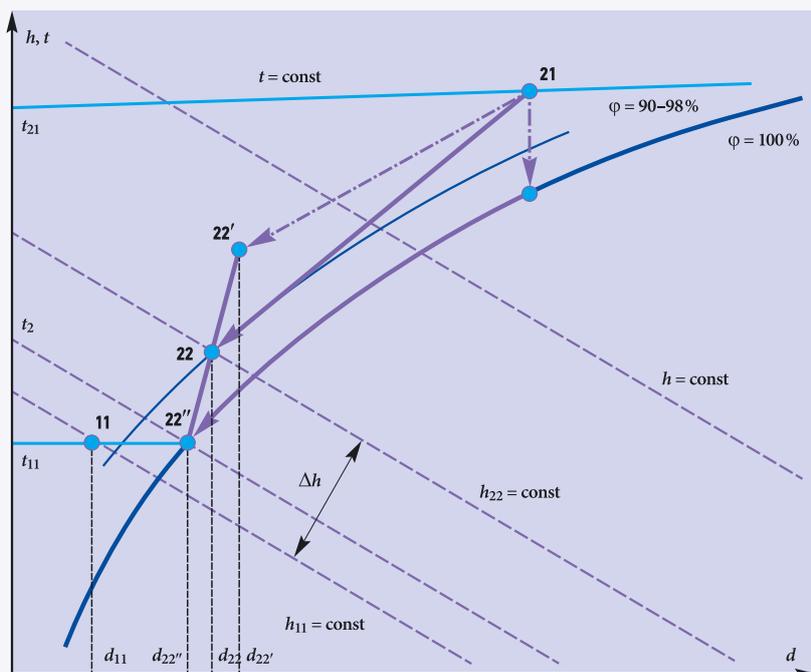
**Рассмотренный выше процесс описывает идеальное охлаждение удаляемого воздуха и его предельное состояние в конце процесса, что может иметь место, к примеру, при теплообмене в длинных каналах, когда температура и влажность не изменяются ниже по течению и по высоте канала**

Утилизация потенциала вентвыбросов может быть полной, если обеспечивается равенство энтальпий удаляемого влажного воздуха в конце охлаждения и энтальпии воздуха, поступающего из окружающей среды. Продолжая линию 21–22 ниже до пересечения с изоэнтальпией  $h_{11} = \text{const}$ , получаем точку 23. Поднимаясь по изотерме  $h_{23} = \text{const}$  до пересечения с кривой насыщения, находим точку 23', состояние насыщенного воздуха в которой определяется температурой и влагосодержанием  $t_{23}, d_{23}$ . Так

как  $t_{23} < t_{11}$ , переход 21–23 осуществить невозможно без обеспечения массообмена между теплоносителями.

Рассмотренный выше процесс описывает идеальное охлаждение удаляемого воздуха и его предельное состояние в конце процесса, что может иметь место, к примеру, при теплообмене в длинных каналах, когда температура и влажность не изменяются ниже по течению и по высоте канала. Сложность отображения реальных процессов на  $h-d$ -диаграмме заключается в том, что в классической термодинамике (на основании законов которой построена диаграмма Моляе) рассматриваются равновесные системы со средними по объему параметрами состояния. При внутреннем течении влажного воздуха с охлаждением и конденсацией водяного пара области, прилегающие к стенке, имеют более низкую температуру, чем области в районе оси канала (ядро течения). В теплообменном пакете рекуператора градиенты температур и концентраций пара существуют не только в плоскости пластин, но и в вертикальных сечениях каналов. Диффузия водяных паров от центра к периферии (стенке) приводит к осушению воздуха в ядре течения, поэтому здесь не наблюдается переход воздуха в насыщенное состояние. У стенок, напротив, наблюдаются значительные пересыщения. Реальный процесс охлаждения влажного воздуха, таким образом, будет протекать вдоль линии 21–22 (рис. 10). При этом изменение состояния воздуха в центре канала описывается прямой 21–22', а изменение его состояния у периферии — прямой 21–22''.

Результирующее значение температуры и влагосодержания  $t_{22}, d_{22}$  определяется как интеграл по высоте канала, или упрощенно, как среднее от величин  $t_{22}', t_{22}'', d_{22}', d_{22}''$ . В результате, конечная относительная влажность будет лежать в пределах 90–98%, что соответствует рекомендациям по расчетам поверхностных воздухоохладителей. Количество теплоты, которое теряется в данном теплообменнике, определится отрезком  $\Delta h$ .



●● Рис. 10. Изменение состояния влажного воздуха при охлаждении (реальный процесс)

1. Белоногов Н.В., Пронин В.А. Математическое моделирование процессов теплообмена в перекрестноточном пластинчатом рекуператоре // Вестник МАХ, №4/2003.
2. Белоногов Н.В., Пронин В.А. Расчет эффективности перекрестноточных пластинчатых теплообменников // Вестник МАХ, №4/2004.
3. Белоногов Н.В., Пронин В.А. Экспериментальное исследование теплообмена в перекрестноточном пластинчатом рекуператоре // Известия СПбГУ-НиИТ, №1/2004.
4. Хаузен Х. Теплопередача при противотоке, прямотоке и перекрестном токе: Пер. с нем. — М.: Энергоиздат, 1981.

## • • • • • КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ • • • • •

# Как избежать ненужных трат при замене VRF?

В 2012 году японская корпорация Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. выводит на российский рынок свою новую разработку — комплекс Refresh. Это актуальное решение, позволяющее максимально упростить замену выработавших свой ресурс VRF-систем, а также избежать значительных трат, неизбежных при полной переустановке.

### Срок службы ограничен

Любая техника имеет отмеренный производителем ресурс работы — срок эксплуатации, по истечении которого она может стать неработоспособной и потребовать замены. Этот срок определяется исходя из назначения техники, ее конструкции, условий работы и еще многих факторов. Свой срок жизни имеют и кондиционеры, причем в сравнении с другими типами бытовой техники он существенно меньше. Стандартный ресурс бытовой сплит-системы большинством производителей ограничивается пятью-семью годами активного использования. Для полупромышленных сплит-систем и систем VRF рабочий предел — 10 лет. И это только при условии четкого соблюдения правил монтажа и эксплуатации, в т.ч. проведения регулярного профилактического обслуживания.

Относительно небольшой ресурс работы климатических систем объясняется тем, что кондиционер, в отличие от большинства наименований и типов бытовой техники, работает при постоянно меняющихся внешних условиях (температура, влажность), а значит — в существенно различных режимах, некоторые из которых являются для него неблагоприятными и вызывают повышенный износ.

### Затратные замены

Как показывает практика, совершенно обязательно, что сразу же по окончании за-

явленного срока службы кондиционер выйдет из строя, но опасность его внезапной поломки резко возрастает. Поэтому большинство производителей рекомендует производить замену кондиционерного оборудования сразу же по истечении установленного срока эксплуатации. Иначе техника может подвести в самый неподходящий момент, например, в жаркие летние месяцы, что способно привести к неприятным последствиям — от простого ухудшения восприятия марки пользователем до непосредственных убытков для него. К примеру, если система кондиционирования обслуживает торговые или офисные площади.

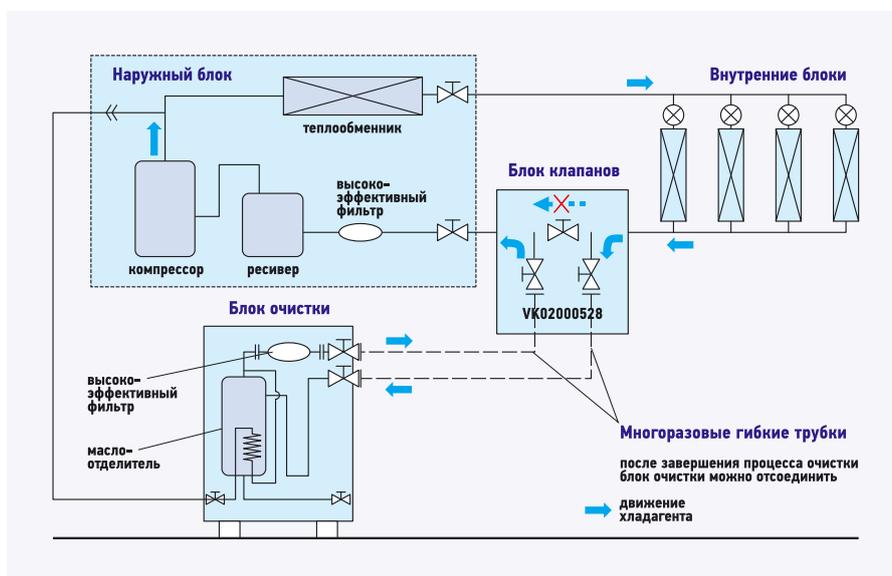
### Комплекс Refresh от МНН «оживит» отслужившую свой срок VRF-систему без капитальных затрат на демонтаж и без сложной прокладки новых коммуникационных трасс

При замене отжившей свой век системы кондиционирования на новую, как правило, рекомендуется заменить еще и коммуникации (трассы хладагента, электрические силовые и сигнальные кабели). Во-первых, потому что старые коммуникации далеко не всегда подходят по своим параметрам к новой технике. А во-вторых, в трассах хладагента



•• Наружный блок комплекса Refresh (FDCR224, 280KXE6)

Автор: Е. БАЙЧИКОВ, руководитель технического отдела компании «Биоконд»



❖ Рис. 1. Принципиальная схема установки

накапливаются продукты износа компрессоров и загрязненное ими масло. Старое масло при смешивании с новым портит и разлагает его, что приводит к уменьшению ресурса и даже может повлечь выход из строя нового кондиционера.

Безусловно, замена отслужившей свое бытовой сплит-системы — не такая уж сложная задача даже в случае необходимости замены коммуникаций. Однако, в случае VRF-системы задача полной замены существенно усложняется и удорожается. Трассы чаще всего имеют значительную протяженность и не всегда доступны для замены (зачастую перекладка трубопроводов связана со значительными разрушениями отделки обслуживаемых помещений и существенными затратами по ее восстановлению).

### Комплекс Refresh от MHI

Для упрощения замены выработавших свой ресурс промышленных систем корпорацией Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. разработан комплекс под названием Refresh.

Комплекс Refresh состоит из: специальных наружных блоков, адаптированных для работы с нестандартными диаметрами трасс (FDCR224KXE6, FDCR280KXE6); блока для очистки имеющихся трасс хладагента от остатков старого масла (FDCR-KIT-E); блока клапанов для упрощения сборки системы (FDCR-V-KIT-E).

Наружные блоки Refresh выпускаются в двух типоразмерах: 8 и 10 л.с. (22,4 и 28,0 кВт по холодопроизводительности, соответственно). Такой диапазон производительности объясняется тем, что новый комплекс, в первую очередь, предназначен для замены выработавших свой ресурс VRF-систем MHI KX2 (выпускавшихся с 1998 по 2004 гг.), которые как раз имели наружные блоки такой мощности.

VRF-системы MHI предыдущих поколений работали на хладагентах R22 и R407c, для которых требовался большой диаметр труб, поэтому холодильный контур наружных блоков

комплекса Refresh разработан так, чтобы получившаяся система могла работать с увеличенными диаметрами трасс хладагента.

Блок очистки представляет собой устройство для удаления старого масла из магистралей хладагента. Он задействуется если старая система неработоспособна (вышла из строя), и старое масло сильно загрязнено продуктами износа или подвергалось сильному нагреву, вследствие чего потеряло свои свойства. Блок очистки является многоразовым и имеет в своем составе высокоэффективный фильтр со сменными картриджами, бак-аккумулятор, сервисные порты для подключения к магистрали хладагента и слива удаленного из магистралей старого масла.

### Новинка MHI адаптирована для работы с диаметрами трасс систем предыдущих поколений и имеет специальный блок для очистки трасс от остатков старого масла

Блок клапанов представляет собой соединительное устройство для удобного подключения блока очистки к магистралям хладагента и наружному блоку. Блок клапанов присоединяется при помощи труб к новому наружному блоку с одной стороны и к старой магистрали хладагента с другой. К специальным портам блока клапанов при помощи гибких трубок присоединяется блок очистки. По завершении процесса очистки магистралей блок очистки отключается, и открытием перепускного клапана в нем восстанавливается исходная циркуляция хладагента.

На рис. 1 показана принципиальная схема системы, собранной для того случая, когда старая система неработоспособна.

Процесс замены наружного блока с сохранением существующих магистралей хладагента выглядит следующим образом:

#### 1. Если заменяемая система работоспособна и масло в ней имеет нормальные свойства:

- заменяемая система запускается на 30 мин. в режиме охлаждения;
- имеющийся хладагент тем или иным образом (путем сбора его в наружный блок или при помощи станции эвакуации) удаляется из магистралей;
- удаляются старые внутренние и наружные блоки и монтируются новые — при этом эффективности фильтров, имеющихся в наружном блоке комплекса Refresh, достаточно для обеспечения нормальной работоспособности новой системы даже при условии присутствия в магистралях небольших остатков старого масла. Устанавливать дополнительные антикислотные фильтры также нет необходимости.

#### 2. Если заменяемая система не работает, а масло в ней утратило нормальные свойства из-за загрязнения продуктами износа или воздействия высоких температур:

- удаляются старые внутренние и наружные блоки и монтируются новые — при этом в холодильный контур системы при помощи блока клапанов FDCR-V-KIT-E также включается блок очистки FDCR-KIT-E, а путем закрытия крана в блоке клапанов FDCR-V-KIT-E циркуляция хладагента устанавливается через блок очистки;
- при помощи DIP-переключателей на плате наружного блока запускается процесс очистки магистралей хладагента от старого масла — процесс очистки занимает около 60 мин., причем ход процесса отображается на семисегментном дисплее на плате наружного блока;
- блок очистки отключается от холодильного контура и может быть использован повторно — при помощи кранов в блоке клапанов FDCR-V-KIT-E восстанавливается обычная циркуляция хладагента и новая система готова к эксплуатации.

Ограничения по длине трасс, перепадам высот, перегрузкам со стороны внутренних блоков и прочие компоновочные характеристики для наружных блоков Refresh те же, что и у обычных наружных блоков серии KX6 соответствующей холодопроизводительности. Они существенно превышают аналогичные параметры VRF-систем MHI предыдущих поколений, что дает возможность не только быстро и без лишних затрат обновить устаревшую систему, но и расширить ее, например, установкой дополнительных внутренних блоков или внутренних блоков большей мощности. ●

**Комплекс Refresh на российском рынке представляет компания «Биоконд» — официальный дистрибьютор Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. Сайты компании: [www.mhi-russia](http://www.mhi-russia), [www.jac.ru](http://www.jac.ru)**



## КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

# Климат под маркой «Конвек»

Компания «Конвек», находящаяся в городе Великие Луки (Псковская область), уже на протяжении 11 лет производит теплообменное оборудование для систем вентиляции, кондиционирования, отопления, промышленного и коммерческого холода. В 2011 году компания вошла в состав крупного машиностроительного холдинга «Подъемные машины».

Объединение технического, инженерного и интеллектуального потенциалов производителей позволило компании «Конвек» не только расширить возможности климатического производства, но и повысить эффективность выпускаемых теплообменников. Основные направления деятельности компании — разработка, проектирование и изготовление медно-алюминиевого теплообменного оборудования.

Стандартная продуктовая линейка «Конвек» включает в себя коммерческую и промышленную серии энергоэкономичных и безопасных для окружающей среды теплообменных изделий.

Основные направления производства:

- воздухоохладители и воздушонагреватели для систем вентиляции и кондиционирования;
- испарители и конденсаторы для коммерческого и промышленного холода;
- фанкойлы;
- теплообменное оборудование для теплоснабжения.

В дополнение к стандартному ряду продукции «Конвек» выполняет проектирование, разработку и выпуск нестандартных медно-алюминиевых теплообменников.

В производстве используется высококачественная финская медная труба различного диаметра. Ламели из высококачественного алюминия толщиной от 0,12 до 0,2 с шахматным или коридорным расположением труб позволяют достичь высоких теплообменных свойств при компактных размерах самого аппарата даже в самых жестких условиях эксплуатации. Тепловой пакет изготовлен из алюминиевых пластин и медной трубы. Тепловой контакт ламели с трубой обеспечивается методом дорновки. В результате увеличивается площадь контакта между поверхностями трубы и ламели, что приводит к интенсивности теплообмена. Расстояние между пластинами зависит от модели теплообменного элемента. Трубы пакета соединены между собой медными «калачами» газопламенной пайкой и объединены группами в контуры. Количество контуров зависит от выбранной модели. Входы и выходы контуров объединены, соответственно, входным и выходным коллекторами.

Сборка теплообменников из комплектующих собственного производства позволяет контролировать качество готового теплообменника еще на стадии его изготовления. Каждое изделие проходит процесс опрессовки — эта операция позволяет оценить герметичность паяных соединений. Изделие испытывается на прочность и герметичность давлением сухого воздуха 25 кгс/см<sup>2</sup> под уровнем прозрачной воды с температурой не ниже 12 °С в ванне с подсветкой. Габаритные и присоединительные размеры, а также кон-

струкция кронштейнов могут быть различными в соответствии с требованиями заказчика.

Технологии компании «Конвек» помогают заказчикам решить задачи теплообмена не только в гражданском строительстве, но и в практически любом сегменте промышленности: наши изделия используются в пищевой отрасли, в составе систем вентиляции и кондиционирования транспортного, энергетического, нефтегазового и военного секторов.

### Важным направлением деятельности компании «Конвек» является производство теплоventilаторов и приборов для систем водяного отопления

Важным направлением деятельности компании «Конвек» является производство теплоventilаторов и приборов для систем водяного отопления жилых общественных и административных зданий, в т.ч. детских учреждений, коттеджей и офисов.

Основные продукты данного сегмента:

- конвекторы, встраиваемые в пол, с естественной конвекцией;
- конвекторы, встраиваемые в пол, с принудительной конвекцией;
- напольные конвекторы;
- тепловентиляторы.

«Конвек» является динамичным и надежным партнером проектных, строительных, монтажных и эксплуатационных организаций. Компания никогда не стоит на месте: постоянно расширяется как ассортимент производимой продукции, так и география поставок: сегодня это не только различные города России — от Санкт-Петербурга до Южно-Сахалинска, но и страны СНГ.

Предлагая качественно спроектированные и произведенные стандартные виды теплообменного оборудования для климатических систем, инновационные разработки, а главное — продукцию, выполненную в соответствии с идеями и пожеланиями заказчика, компания «Конвек» стремится достичь самых высоких показателей на рынке теплообменной продукции. Высокоэффективное, простое в эксплуатации, надежное и экономичное теплообменное оборудование компании «Конвек» соответствует требованиям, которые будут предъявляться к технике завтрашнего дня. ●

#### ООО «Конвек»

Псковская обл., г. Великие Луки,  
ул. Корниенко, д. 6  
Тел. +7 (81153) 7-44-55  
E-mail: [info@convek.ru](mailto:info@convek.ru)  
[www.convek.ru](http://www.convek.ru)

Статья подготовлена пресс-службой компании ООО «Конвек»



На правах рекламы.

**КОНВЕК**

Создаём  
времена года

Разработка, проектирование и изготовление  
в промышленных объемах медно-алюминиевого  
теплообменного оборудования для систем кондиционирования,  
вентиляции, отопления, промышленного и коммерческого холода.

Псковская обл., г. Великие Луки, ул. Корниенко, д.6.

Телефон + 7 81153 7 44 55

Факс + 7 81153 7 49 39

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

[конвек.рф](mailto:конвек.рф)

[info@convek.ru](mailto:info@convek.ru)





Фото компании LG Electronics.

❖ Бизнес-центр «Рябиновая-Плаза»

Система MULTI V III обеспечивает энергоэффективность, гораздо большую, чем VRF-системы других производителей. Система способна обеспечить COP на уровне 4,6, что является одним из самых высоких показателей в отрасли. LG удалось получить такие показатели путем применения усовершенствованного компрессора, вентилятора и теплообменника.

Компрессор V-Scroll на 11% более эффективен, чем традиционный компрессор. В качестве двигателя компрессора в блоках MULTI V используется высокоэффективный электродвигатель, в котором мощный неодимовый магнит внутри ротора создает магнитный момент, а металлическая часть ротора создает реактивный момент, в результате чего возникает большая вращающая сила. Эффективность повышается за счет отсутствия потерь на скольжение, которые всегда присутствуют в обычных асинхронных электродвигателях, а за снижение уровня шума отвечает конструкция с малой неравномерностью крутящего момента. Компрессор LG сконструирован таким образом, что внутри него поддерживается высокое давление, что повышает эффективность сжатия хладагента и обеспечивает более однородное смазывание внутренних частей компрессора маслом. Это оптимальный инверторный компрессор спирального типа для системы кондиционирования с переменным расходом хладагента. V-Scroll имеет расширенный рабочий диапазон (от 20 до 120 Гц, по сравнению с 25 до 105 Гц на предыдущих моделях) — это означает, что даже с большим количеством внутренних блоков V-Scroll обеспечивает стабильность работы системы даже в суровых погодных условиях.

Также для MULTI V III была специально разработана новая конструкция вентиляторов и оптимизированный дистрибьютор хладагента. Вентилятор Super Aero обеспечивает большую интенсивность потока воздуха и высокое статическое давление, и в то же время

отличается низким уровнем шума. Новая конструкция дистрибьютора хладагента обеспечивает его равномерное распределение, позволяя эффективно использовать всю площадь теплообменника.

Система MULTI V III работает очень эффективно и при неполной загрузке. Системы кондиционирования воздуха редко работают при 100% загрузке, что заставило многих отраслевых экспертов предположить, что статистика эффективности работы при полной загрузке не очень показательна — системы гораздо чаще работают с нагрузкой от 40 до 80%. У MULTI V III максимальный COP при неполной загрузке составляет 5,3.

Новая система MULTI V III имеет увеличенную по сравнению с системой предыдущего поколения производительность одиночного модуля — 56 кВт. Таким образом, максимальная производительность системы, состоящей из четырех таких модулей, составляет 224 кВт.

Применение инверторного управления работой компрессора и высокоэффективного контура переохлаждения позволяет проектировать VRF-системы с увеличенной длиной трубопровода как по горизонтали, так и по вертикали. В системе MULTI V III полная длина трубопроводов может достигать 1000 м, максимальная длина трубопровода между внутренним и наружным блоком увеличена до 220 м, а перепад высоты между ними — до 110 м. При этом производительность самых удаленных от наружного внутренних блоков практически не снижается, благодаря специальному алгоритму управления распределением потоков хладагента внутри системы.

Монтаж VRF-системы более прост по сравнению с традиционными системами, которые часто требуют использование кранов для установки блоков на крыше зданий. Компактные размеры и малый вес блока позволяют перевозить его на обычном лифте, когда он монтируется в здании, где невозможно использовать подъемный кран. Кроме того, увеличенная до 56 кВт производительность каждого блока упрощает работу монтажников, сокращая число транспортных операций и продолжительность монтажа.

Для некоторых типов зданий отсутствует возможность применять наружные блоки мультизональных систем традиционной конструкции. Компания LG специально для таких случаев разработала наружные блоки системы

**К числу неоспоримых преимуществ системы MULTI V относится разнообразие вариантов управления работой системы при ее эксплуатации**



Фото компании LG Electronics.

❖ Офисно-гостиничный комплекс Skypoint

MULTI V Space, которые встраиваются в фасад здания поэтажно, а циркуляция воздуха для организации процесса теплообмена в этих системах осуществляется только с фронтальной стороны. Применение воздушных жалюзи с механическим или ручным приводом позволяет блокам серии MULTI V Space II органично вписываться в архитектурный ансамбль современной городской застройки. Если здание лишь частично занято, модульный принцип построения системы позволяет оснащать здание системой кондиционирования поэтажно, добавляя дополнительные модули по мере необходимости. Также при проектировании здания важно учитывать максимальную нагрузку на кровлю здания. VRF-системы относительно легкие, поэтому не требуется дополнительно укреплять кровлю.

В составе системы MULTI V в качестве внутренних блоков могут использоваться блоки настенного, кассетного, канального, потолочного, напольного и напольно-потолочного типов. Большой популярностью пользуются настенные блоки серии ArtCool, отлично вписывающиеся в самые изысканные интерьеры. Самые эффективные системы очистки воздуха, уникальный алгоритм управления воздушным распределением, низкий уровень шума, компактные габариты делают внутренние блоки системы MULTI V конкурентоспособными при проектировании зданий любых типов.

К числу неоспоримых преимуществ системы MULTI V относится разнообразие вариантов управления работой системы при ее эксплуатации. Разработанные компанией LG Electronics индивидуальные пульта управления, централизованные системы дистанционного управления, устройства для учета потребляемой каждым пользователем электроэнергии, модули для интеграции систем кондиционирования LG в различные системы

## По данным журнала Fortune компания LG Electronics занимает седьмое место в «ТОП-10» самых инновационных компаний мира

управления зданием, носят общее название V-Net. С помощью этих устройств управление работой и диагностика системы кондиционирования возможны из любой точки мира через встроенный веб-сервер. Следует обязательно упомянуть функцию пробного запуска системы. При использовании обычных блоков пробный запуск, выполняемый после завершения монтажа, требует много времени и усилий, поскольку инженеру приходится вручную выполнять каждый этап процесса. Режим пробного запуска позволяет автоматически запускать систему и создавать отчеты о результатах его выполнения, что значительно экономит время и сокращает трудозатраты.

VRF-системы традиционно используются для кондиционирования нежилых зданий. Тем не менее, в последнее время мультизональные системы кондиционирования успешно функционируют и в различных жилых помещениях, таких как небольшие коттеджи или же высотные жилые комплексы. Кроме того, перспективным направлением являются медицинские, образовательные учреждения, гостиницы и т.д.

Подводя итог всему вышесказанному, можно констатировать, что системы кондиционирования MULTI V — это высокая производительность и экономичность, удобство монтажа и эксплуатации, большой выбор внутренних и наружных блоков. Для разных типов зданий у LG есть свои технологические и конструктивные решения, учитывающие все его особенности.

Второе знаковое событие 2011 года — это появление в России холодильных машин производства LG Electronics. В 2011 году в состав LG вошла часть корпорации LS Mtron, специализирующаяся на производстве холодильных машин. Это один из важнейших этапов развития направления коммерческого кондиционирования не только в России, но и в мире. Это оборудование уже успешно поставляется во многие страны. Важно отметить, что холодильные машины LG имеют все необходимые допуски и сертификаты, позволяющие устанавливать их на гражданских и промышленных объектах, даже на атомных электростанциях. На сегодняшний день основные модели холодильных машин производства LG Electronics включают в себя машины с диапазоном производительности от 100 до 14000 кВт на основе компрессоров центробежного типа, винтовых компрессоров, а также абсорбционные холодильные машины.

## Компания LG Electronics на мировом рынке VRF

За последние пять лет рост мирового рынка VRF-систем составил в среднем 15% в год. Согласно исследованию, проведенному специальным подразделением штаб-квартиры LG Electronics, рынок VRF достигнет \$7,3 млрд к 2013 году. Европа, один из крупнейших рынков VRF-систем, имеет свои особенности в области технологических требований к системам кондиционирования. Для европейцев чрезвычайно важно, чтобы климатическое оборудование было прежде всего экологичным и энергоэффективным. Следует отметить, что VRF-системы ведущих мировых производителей в значительной степени отвечают данным требованиям.

На расширяющемся азиатском рынке климатической техники мы наблюдаем увеличение конкуренции. Помимо соперничества игроков рынка в области цены и маркетинговых усилий, значительную роль играют инновации. Важно сказать, что компания LG Electronics в основном нацелена именно на техническое совершенствование своих продуктов. А присутствие компании на рынках разных стран мира позволяет анализировать опыт зарубежных коллег и выработать наиболее эффективные стратегии.

Одним из доказательств успешной работы компании является тот факт, что по данным журнала Fortune LG Electronics занимает седьмое место в «ТОП-10» самых инновационных компаний мира по результатам опроса BCG в рамках рейтинга «ТОП-500» компаний.

Накопленный опыт и лидирующие позиции на климатическом рынке многих стран позволяет всей команде LG Electronics с уверенностью смотреть в будущее. ●

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



●● MULTI V в здании ЕРКЦ Сбербанка РФ



увлажнения с  $E_a = 0,86$ . Приточный агрегат обслуживает на этаже сорок офисных помещений, каждое из них имеет площадь 20 м<sup>2</sup>, и в каждом постоянно работают три человека. По санитарным нормам в каждое офисное помещение должно подаваться приготовленного приточного наружного воздуха:

$$\sum l_{\text{пн}} = 60 \times 3 = 180 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Начало рабочего дня в 9:00, а с 22:00 до 9:00 в помещениях нет людей, оставлено служебное оборудование, и нет поступлений через остекления окна солнечной радиации. При работе приточного агрегата за 11 ч нерабочего времени в помещение будет поступать санитарная норма адиабатного увлажненного воздуха со средней температурой притока  $t_{\text{пн.ср}} = 15^\circ\text{C}$  (с учетом нагрева в приточном вентиляторе и воздуховодах на  $1^\circ\text{C}$ ). В полуденные часы при  $t_{\text{н1}} = 34^\circ\text{C}$  в зоне обитания людей температура воздуха по санитарным нормам должна быть не выше  $t_{\text{в}} < 28^\circ\text{C}$ . Причем за дневные рабочие часы при наличии солнечной радиации пол и потолок в офисном помещении повысят температуру до  $t_{\text{стр}} = 28^\circ\text{C}$ .

**Анализ параметров наружного воздуха в жаркий период показал, что температура изменялась от 17°C в ночные часы до 34°C в полуденные часы, а влагосодержание было постоянным и равнялось 7 г/кг**

Масса железобетонных плит потолка и пола при их толщине  $d = 0,3$  м, в расчете на офисный модуль площадью  $f = 20$  м<sup>2</sup>, составит:

$$G_{\text{стр}} = 2f_{\text{пол}} d \rho_{\text{жб}} = 2 \times 20 \times 0,15 \times 1400 = 8400 \text{ кг}.$$

За одиннадцать часов подачи в офисные помещения адиабатно охлажденного приточного наружного воздуха с  $t_{\text{пн.ср}} = 15^\circ\text{C}$  будет восприниматься тепло от поверхностей пола и потолка, что повысит температуру вытяжного воздуха до  $t_{\text{в}} = 26^\circ\text{C}$ . Ночное охлаждение строительных конструкций в офисном помещении составит:

$$q_{\text{х.стр}} = \tau_{\text{ночь}} \sum l_{\text{пн}} C_p \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{пн.ср}}}{3,6} = 11 \times 180 \times 1 \frac{26 - 15}{3,6} = 6,05 \text{ кВт/ночь}.$$

Поверхность пола и потолка за период одиннадцать часов ночного охлаждения имеет температуру:

$$t_{\text{пол}} = 28 - \frac{6050 \times 3,6}{8400 \times 0,84} = 25^\circ\text{C}.$$

Приточный агрегат на 40 офисных помещений имеет следующую величину производительности:

$$L_{\text{пн}} = 40 \sum l_{\text{пн}} = 40 \times 180 = 7200 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Аэродинамическое сопротивление приточной сети 1000 Па. Потребляемая мощность электродвигателем приточного агрегата из расчета на одно помещение при КПД вентилятора 0,72 кВт·ч:

$$\eta_{\text{пн}} = \frac{7200 \times 1}{3600 \times 0,724} = 0,01 \text{ кВт·ч}.$$

Аэродинамическое сопротивление вытяжной сети 600 Па. Потребляемая электродвигателем вытяжного вентилятора мощность (на одно помещение):

$$\eta_{\text{в}} = \frac{180 \times 0,6}{3600 \times 0,72} = 0,04 \text{ кВт·ч}.$$

Насос секции адиабатного увлажнения потребляет 0,1 кВт·ч электроэнергии, или на одно помещение:

$$\eta_{\text{н}} = \frac{0,1}{40} = 0,0025 \text{ кВт·ч}.$$

Общее потребление электроэнергии за одиннадцать часов ночной работы приточных и вытяжных систем на одно офисное помещение:

$$\sum \eta_{\text{оф}} = \tau (\eta_{\text{пн}} + \eta_{\text{в}} + \eta_{\text{н}}) = 11 \times (0,07 + 0,04 + 0,0025) = 1,24 \text{ кВт·ч}.$$

Энергетический показатель работы системы для ночного охлаждения офисного помещения имеет следующий вид:

$$\eta_{\text{ноч.х.СКВ}} = 6,05/1,24 = 49 \text{ кВт·хол}/(\text{кВт·элект}).$$

Полученный энергетический показатель использования холода в СКВ при ночном охлаждении офисных помещений более, чем в два раза выше энергетических показателей использования в СКВ холода от работы холодильных машин.

В рабочие часы с 9:00 до 17:00 от одного сотрудника и используемого или служебного оборудования выделяется в помещение 340 Вт·ч тепла, и за 8 ч рабочего времени теплоприток составит 2720 Вт/день. Среднюю за восемь дневных часов поступления в помещения солнечную радиацию через остекление окна можно принять в расчете на одного человека 1060 Вт/(день·чел.).

Общие теплопритоки в офисное помещение при расчете на одного служащего за 8 ч рабочего времени:

$$\sum q_{\text{т.пр}} = 2720 + 1060 = 3780 \text{ Вт}/(\text{день·чел}).$$

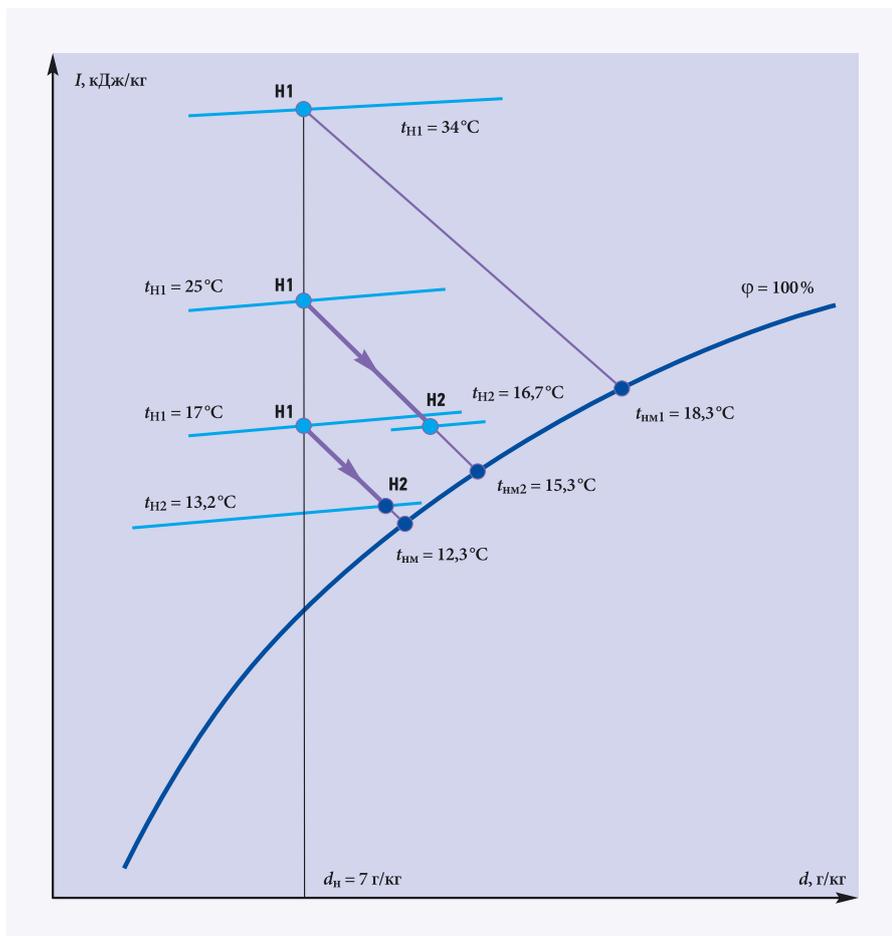


Рис. 1. Построение на  $i-d$ -диаграмме суточного хода изменения параметров наружного воздуха (в июле 2010 г. в Москве) и возможности адиабатного охлаждения приточного наружного воздуха в ночные и утренние часы

**IVX**  Utopia  
Split Systems

## Все преимущества VRF систем по более разумной цене

### Все преимущества систем VRF

Индивидуальное управление внутренними блоками и увеличенное количество возможных комбинаций для систем с 1–4 внутренними блоками

### Сезонная производительность

Оптимизированный холодильный контур увеличил значение сезонного COP для нагрева и сезонного EER для охлаждения примерно на 4%

### Высокий уровень комфорта

Такие особенности, как „предотвращение сквозняков“, „защита от обмерзания“, „низкий шум“ и надежность даже не стоит особо выделять, так как они уже доступны в стандартной комплектации

### Надежность и долговечность

Мы постоянно работаем над улучшением DC-инверторных компрессоров и двигателей вентиляторов. Теперь они еще более эффективны на низких скоростях.

DC-инверторная серия Utopia IVX — это отличный выбор для систем с 1–4 внутренними блоками в диапазоне производительностей от 5,0 до 33,5 кВт. Её высокая энергоэффективность и компактность уже были по достоинству оценены премией „Shoene Taishou“, присужденной правительством Японии. Наряду с оптимизированным для частичной нагрузки компрессором, IVX предлагает повышенный уровень комфорта при минимальных эксплуатационных расходах и значительную гибкость при проектировании системы (соотношение производительностей 90–115%).

**CHERBROOKE**.RU



Накопленный в строительных конструкциях ночной холод на одного работающего в помещении составляет:

$$q_{х.стр.чел} = 4950/3 = 1650 \text{ Вт/(день}\cdot\text{чел.)}$$

Это указывает на необходимость подачи в офисное помещение в дневные часы дополнительного холода. Для получения дополнительного холода предлагается использовать новый способ двухступенчатого испарительного охлаждения приточного наружного воздуха.

В 1983 г. в служебном здании в Москве (ул. Большая Дмитровка, д. 26), ныне занимаемом Советом Федерации, впервые в СССР запущена система утилизации теплоты вытяжного воздуха для нагрева приточного наружного воздуха, которая работает в холодный и переходные периоды года.

По результатам расчетов и натурных наблюдений получено, что применение системы утилизации с насосной циркуляцией антифриза позволяет за 6885 ч работы системы в году при изменении температур наружного воздуха  $t_{нх}$  в диапазоне от  $-28^\circ\text{C}$  до  $14^\circ\text{C}$  достигать эконо-

мии тепла на нагрев  $1 \text{ м}^3/\text{ч}$  приточного наружного воздуха в  $20 \text{ кВт}/(\text{год}\cdot\text{м}^3)$  [3]. Для определения годового снижения расхода тепла на подогрев приточного наружного воздуха в работе [3] предложено использовать формулу:

$$\sum Q_{т.у} = L_{пн} 20 \frac{\tau_{вок}}{24}. \quad (3)$$

Для рассматриваемых 40 офисных помещений  $L_{пн} = 7200 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Системы притока и вытяжки включаются за два часа до начала рабочего дня и выключаются через один час после рабочего дня, т.е. время работы систем ВОК составляет  $t_{вок} = 11 \text{ ч}$ . По выражению (3) вычислим годовую экономию тепла от применения установки утилизации с насосной циркуляцией антифриза:

$$\begin{aligned} \sum Q_{т.у} &= 7200 \times 20 \times (11/24) = \\ &= 66000 \text{ кВт/год.} \end{aligned}$$

По тарифам 2010 г. в Москве 1 кВт тепла стоит 1,11 руб/кВт. Экономическая годовая эффективность от применения установки утилизации составляет:

$$C_{ту} = 66000 \times 1,11 = 73260 \text{ руб/год.}$$

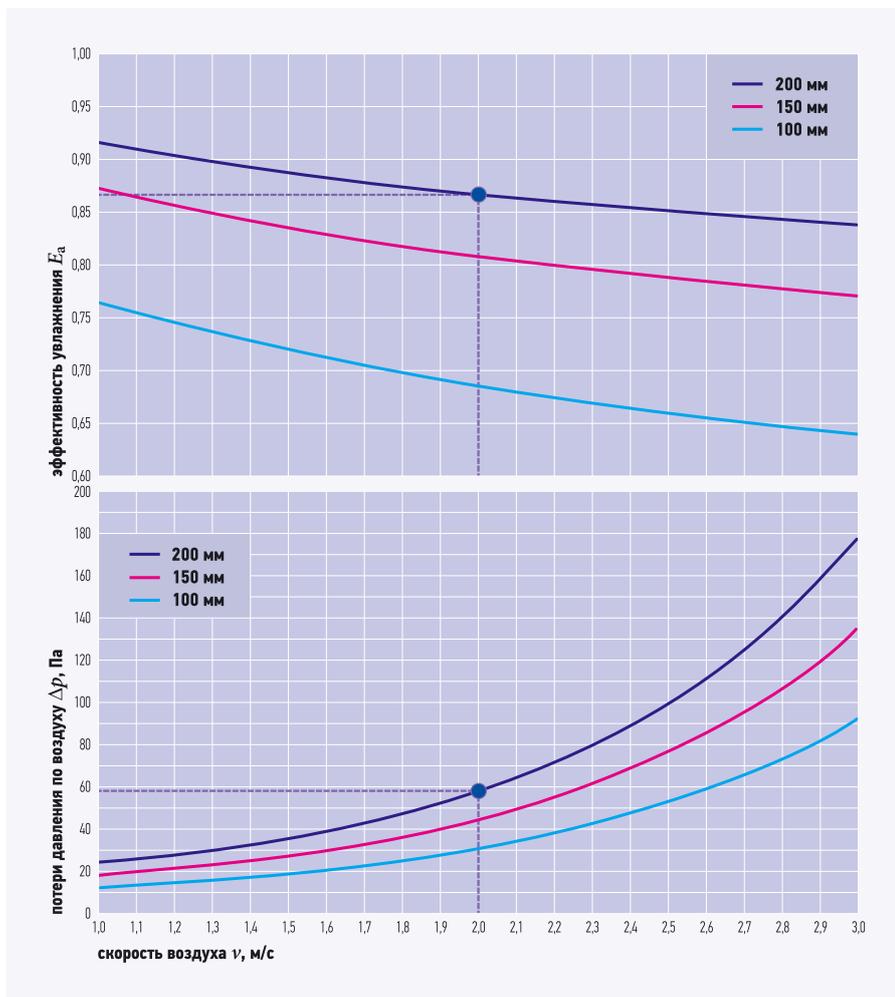
Благодаря годовому снижению расхода тепла в системах ВОК установка утилизации с насосной циркуляцией антифриза окупается за один год. В здании Совета Федерации установка утилизации работает с 1983 г. до настоящего времени и ежегодно обеспечивает значительное снижение в оплате за расходуемое тепло от ТЭЦ, которое замеряется по счетчику на входном трубопроводе от теплосети в здание. В настоящее время по строительным требованиям применение установок утилизации с насосной циркуляцией антифриза в системах вентиляции зданий стало обязательным для проектов систем ВОК зданий в климате России. В теплое время года насос циркуляции антифриза в установке утилизации останавливается, теплообменники в приточном и вытяжном агрегатах полезно не используются и являются дополнительным аэродинамическим сопротивлением.

Предлагается на основе использования оборудования производства компании ООО «Вента» [2] применить установку утилизации в теплое время года для реализации двухступенчатого испарительного охлаждения приточного наружного воздуха.

### Для получения дополнительного холода предлагается использовать новый способ двухступенчатого испарительного охлаждения приточного наружного воздуха

На рис. 3 представлена принципиальная схема предлагаемой энергосберегающей системы кондиционирования воздуха (СКВ) с круглогодичным полезным использованием установки утилизации. В приточном агрегате для круглогодичного приготовления приточного наружного воздуха  $L_{пн}$  установлено следующее оборудование компании ООО «Вента» [2]: 1 — клапан; 2 — фильтр; 3 — теплообменник с теплотехнической эффективностью  $q_{пн} = 0,72$ ; 4 — калорифер; 5 — секция адиабатного увлажнения с  $E_a = 0,86$ ; 6 — приточный вентилятор.

В вытяжном агрегате для круглогодичной обработки вытяжного воздуха  $L_y$  установлено следующее оборудование компании ООО «Вента» [2]: 2 — фильтр; 5 — секция адиабатного увлажнения с  $E_a = 0,86$ ; 7 — теплообменник с теплотехнической эффективностью  $q_{пн} = 0,72$ ; 8 — вытяжной вентилятор с клапаном.



•• Рис. 2. Эффективность адиабатного увлажнения приточного наружного воздуха  $E_a$  и аэродинамическое сопротивление в оригинальной секции увлажнения, разработанной и производимой компанией ООО «Вента»



# ВентТорг

**КАЧЕСТВО  
ЦЕНЫ**

# ВО!



# ДАЕШЬ

# РОССИЙСКУЮ ВЕНТИЛЯЦИЮ

**СНЕРВРООКЕ**.ru



Эксклюзивный  
дистрибьютор

**Использование нового принципа обеспечивает значительную экономию в капитальных затратах на сооружение СКВ и снижение расхода электроэнергии и тепла при круглогодочной работе**

Теплообменник 3 на притоке и теплообменник 7 на вытяжке связаны трубопроводом 9 со смонтированными на них насосом 10 и расширительным герметичным баком 11. Теплообменники 3, 7 и трубопроводы 9 заполнены антифризом с температурой замерзания  $-40^{\circ}\text{C}$ . В холодный период года в вытяжной агрегат поступает вытяжной воздух с температурой  $t_{y1}$  не ниже  $26^{\circ}\text{C}$ . По противоточной схеме от работы насоса 10 в теплообменник 7 поступает охлажденный в теплообменнике 3 антифриз  $t_{аф1}$  с температурой не ниже  $t_{аф1} \leq -3^{\circ}\text{C}$ . От работы вентилятора 8 вытяжной воздух  $L_y$

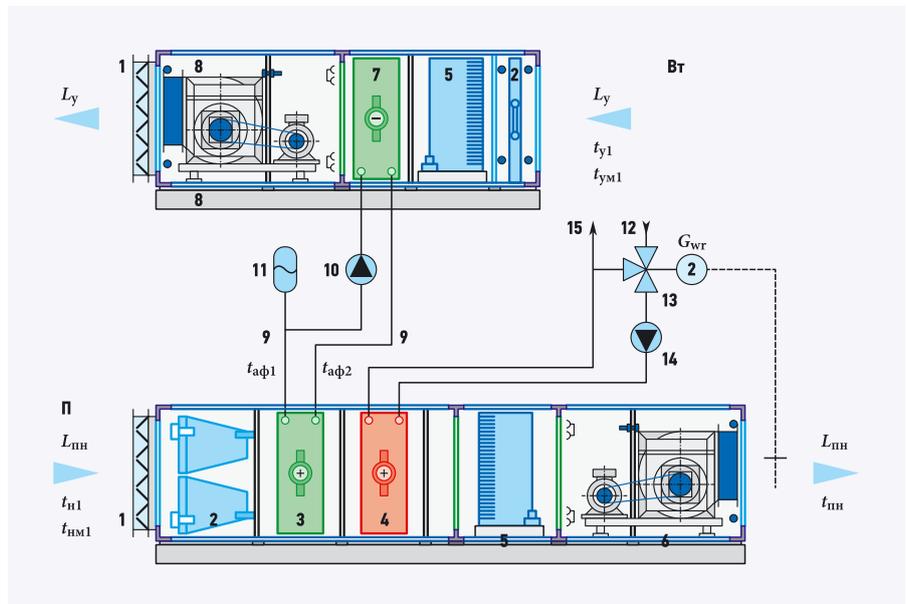


Рис. 3. Принципиальная схема СКВ для осуществления двухступенчатого испарительного охлаждения приточного наружного воздуха на базе использования оборудования ООО «Вента» (1 — клапан; 2 — секция фильтров; 3 — теплообменник утилизации; 4 — теплообменник второго подогрева; 5 — секция адиабатного увлажнения; 6 — теплообменник установки утилизации; 8 — вентиляторная секция; 9 — заполненный антифризом трубопровод; 10 — насос циркуляции антифриза; 11 — герметичный расширительный бак; 12 — подача горячей воды; 13 — трехходовой автоматический клапан; 14 — насос циркуляции горячей воды; 15 — обратный трубопровод горячей воды)

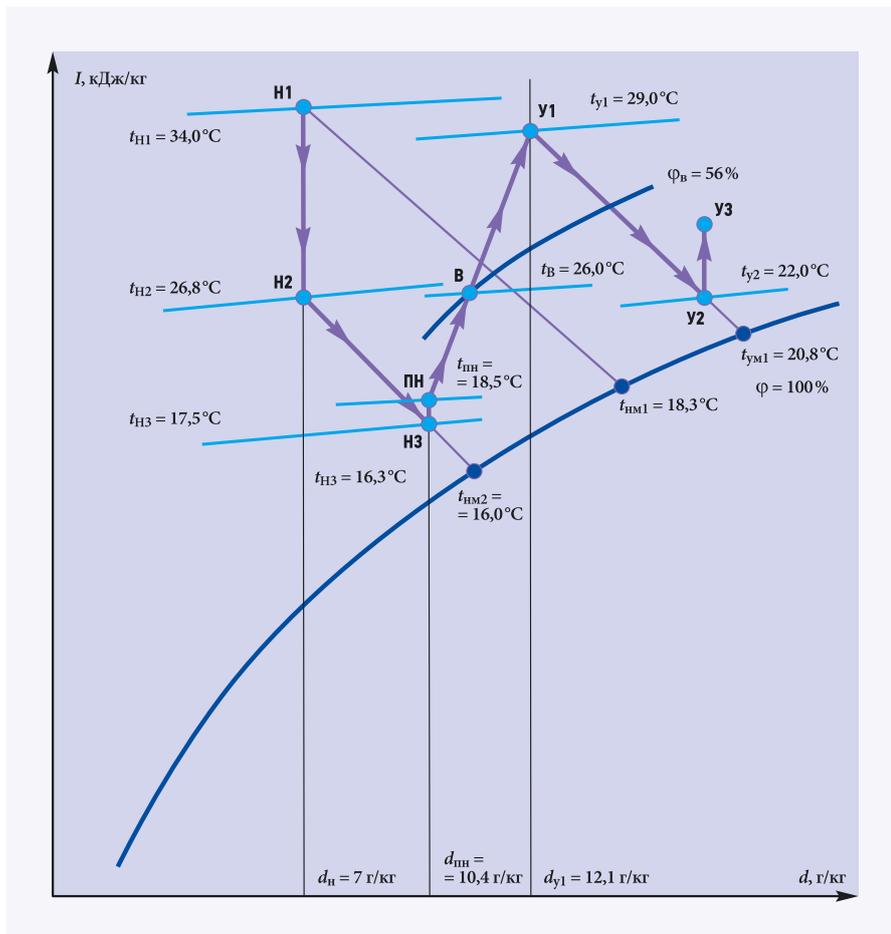


Рис. 4. Построение на  $i-d$ -диаграмме режима работы СКВ при достижении днем температуры наружного воздуха  $t_{H1} = 34^{\circ}\text{C}$  ( $t_{y1}-t_{y2}$  — адиабатное увлажнение вытяжного воздуха;  $t_{y2}-t_{y3}$  — нагрев вытяжного воздуха теплообменниками вытяжного агрегата при охлаждении антифриза в трубах до  $t_{аф2} = 24^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{H1}-t_{H2}$  — охлаждение приточного наружного воздуха при постоянном влагосодержании  $d_{H1} = 7$  г/кг в теплообменниках приточного агрегата при поступлении в его трубки  $t_{аф2} = 24^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{H2}-t_{H3}$  — адиабатное увлажнение приточного наружного воздуха в приточном агрегате;  $t_{H3}-t_{ПН}$  — нагрев в вентиляторе;  $t_{ПН}-t_{y1}$  — восприятие явных теплопоступлений по высоте помещения при схеме воздухообмена «вытесняющая вентиляция»)

с  $t_{yx1} \geq 26^{\circ}\text{C}$  проходит со стороны оребрения трубок теплообменника 7 антифриз до  $t_{аф1} \approx +3^{\circ}\text{C}$ . Охлаждение вытяжного воздуха в теплообменнике 7 рекомендуется ограничить температурой  $t_{yx2} \geq 5^{\circ}\text{C}$ . Отопленный антифриз с температурой  $t_{аф2} = +3^{\circ}\text{C}$  поступает по противоточной схеме в трубки теплообменника 3 приточного агрегата, где обеспечивает нагрев приточного наружного воздуха  $L_{пн}$  до температуры  $t_{Hx2}$ . К калориферу 4 подается горячая вода  $G_{wr}$  через трехходовой автоматический клапан 13, в котором от работы насоса 14 смешивается горячая и обратная от калорифера 4 вода из трубопровода 15 до температуры  $t_{wr1}$ , которая необходима для получения требуемой температуры притока  $t_{пн}$ . В теплый период года в вытяжном агрегате включается насос для орошения водой слоя в секции адиабатного увлажнения 5, что позволяет получить температуру вытяжного воздуха, вычисляемую по выражению:

$$t_{y2} = t_{y1} - E_a(t_{y1} - t_{yM1}), \text{ } ^{\circ}\text{C}. \quad (4)$$

На рис. 4 показано построение на  $i-d$ -диаграмме режима работы СКВ в теплый период года при  $t_{H1} = 34^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{y1} = 29^{\circ}\text{C}$  и  $t_{yM1} = 20,8^{\circ}\text{C}$  по схеме двухступенчатого испарительного охлаждения приточного наружного воздуха. По выражению (4) находим:

$$t_{y2} = 29 - 0,86 \times (29 - 20,8) = 22^{\circ}\text{C}.$$

В трубах теплообменника 7 антифриз при прохождении со стороны оребрения трубок  $L_y$  с  $t_{y2} = 22^{\circ}\text{C}$  может охладиться до  $t_{аф2} = 24^{\circ}\text{C}$ , с которой от работы насоса 10 поступает по противо-

Одна площадка  
Одна дата проведения  
Одна профессиональная платформа

точной схеме в трубки теплообменника 3 в приточном агрегате. Преобразуем показатель теплотехнической эффективности теплообменников 3 для нахождения температуры охлаждения приточного наружного воздуха:

$$t_{n2} = t_{n1} - q t_{пн} (t_{n1} - t_{af2}) = 34 - 0,72 \times (34 - 24) = 26,8^\circ\text{C}.$$

На  $i-d$ -диаграмме при  $t_{n2}$  находим  $t_{nm2} = 16^\circ\text{C}$ . По выражению, аналогичному (2) и (4), вычисляем:

$$t_{n3} = 26,8 - 0,86 \times (26,8 - 16,4) = 17,5^\circ\text{C}.$$

Температуре  $t_{n3} = 17,5^\circ\text{C}$  отвечает влагосодержание  $d_{n3} = d_{пн} = 10,4$  г/кг. От одного служащего при  $t_{в} = 26^\circ\text{C}$  выделяется влаги  $W_{вл} = 120$  г/ч на человека. Влаговыделение воспринимаются санитарной нормой приточного наружного воздуха  $L_{пн}$ , тогда влагосодержание удаляемого вытяжного воздуха будет [г/кг]:

$$d_{y1} = d_{пн} + \frac{W_{вл}}{L_{пн} \rho_{пн}} = 10,4 + \frac{120}{60 \times 1,2} = 12,1 \text{ г/кг}.$$

Температура приточного воздуха с учетом нагрева в вентиляторе 6 будет равна  $t_{пн} = 17,5 + 1 = 18,5^\circ\text{C}$ .

Находим на  $i-d$ -диаграмме пересечение изотермы  $t_{y1} = 29^\circ\text{C}$  и  $d_{y1} = 12,1$  г/кг, получим т. У1. Соединяем прямой линией точки ПН и У1. При пересечении прямой с  $t_{в} = 26^\circ\text{C}$  получим  $\phi_{в} = 56\%$ , что отвечает комфортным условиям для людей в помещении при  $t_{n1} = 34^\circ\text{C}$ . Рис. 4 показывает, что благодаря использованию в вытяжном агрегате секции адиабатного увлажнения конструкции ООО «Вента» [2] удастся получить при сухом и жарком климате с температурой до  $t_{n1} = 34^\circ\text{C}$  комфортные параметры воздуха в обитаемой зоне помещения при реализации воздухообмена в помещении по схеме вытесняющей вентиляции (4). Поглотительная способность восприятию явных теплопритоков охлажденным в две ступени приточным наружным воздухом в расчете на одного служащего составляет:

$$q_{т.погл.я} = L_{пн} \rho_{пн} \frac{C_p (t_{y1} - t_{n1})}{3,6} = 60 \times 1,2 \times 1 \frac{29 - 18,5}{3,6} = 210 \text{ Вт}\cdot\text{ч}.$$

Остающиеся теплопритоки на одного служащего:

$$\Delta q_{т.пр} = 340 - 210 = 130 \text{ Вт}\cdot\text{ч}.$$

Выше показано, что благодаря ночному охлаждению строительных конструкций на одного служащего накоплено 1650 Вт холода. За 9 ч рабочего дня накопленный ночью холод на одного служащего составит:

$$q_{ас.ночь.хол} = 1650/9 = 183 \text{ Вт}\cdot\text{ч}.$$

Этого холода более чем достаточно для компенсации  $q_{т.пр} = 130 \text{ Вт}\cdot\text{ч}$ , что указывает — ночного и дневного холода хватает для поддержания комфортных параметров воздуха в зоне обитания людей в офисном помещении без применения холодильных машин. Использование нового принципа обеспечивает значительную экономию в капитальных затратах на сооружение СКВ и снижение расхода электроэнергии и тепла при круглогодичной работе. Авторы готовы разработать проекты энергосберегающих СКВ в различных зданиях. ●

1. Кокорин О.Я. Испарительное охлаждение для целей кондиционирования воздуха. — М.: Стройиздат, 1965.
2. Интернет-ресурс [www.venta-air.ru](http://www.venta-air.ru).
3. Кокорин О.Я. Энергосберегающие технологии функционирования систем вентиляции, отопления, кондиционирования воздуха (Систем ВОВ). — М.: Проспект, 1999.
4. Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. — М.: Физматлит, 2003.



Москва, 17–19 апреля 2012  
ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне

**SHK Moscow**  
представляет

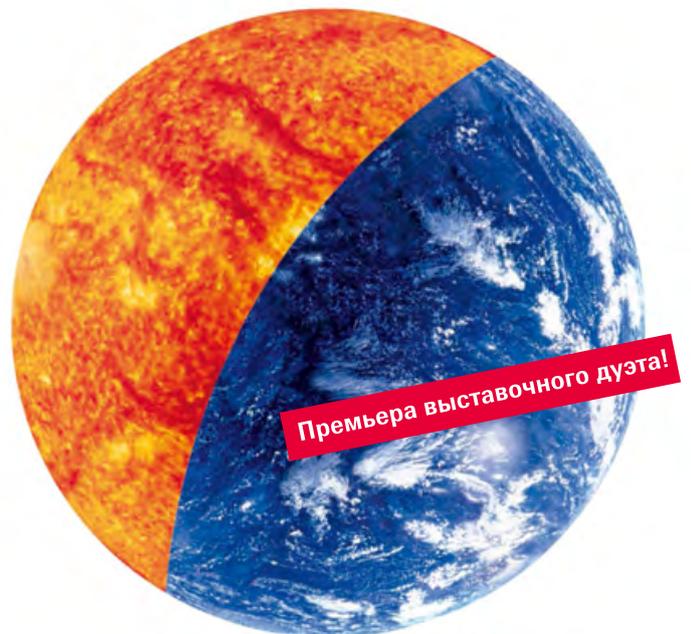
Отопление  
Энергоэффективность  
Возобновляемые  
источники энергии  
Водоснабжение

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

**ISH Moscow**  
представляет

Вентиляция  
и кондиционирование  
Оборудование  
для ванных комнат  
Инсталляционные  
технологии  
Водоподготовка

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





Кондиционер состоит из трех основных частей: наружный блок, внутренний блок и солнечные панели (с возможностью подключения от одной до трех панелей). Одна солнечная панель при стандартных условиях вырабатывает 30 В постоянного тока. В наружном блоке размещен преобразователь типа DC–DC. Преобразование происходит от 30 В в 310 В постоянного тока и используется непосредственно для питания инверторного преобразователя. Панели подключаются к наружному блоку и обеспечивают его необходимой для работы электроэнергией, существенно снижая энергопотребление из сети.

Для сравнения: стандартная инверторная сплит-система производительностью 12 кВтУ при наружной температуре 35 °С, температуре в помещении 23 °С и времени работы восемь часов в день (с 09:00 до 17:00) три месяца в году потребляет 576 кВт·ч — тогда как инверторная сплит-система с дополнительным питанием от солнечной энергии, имеющая аналогичную производительность, при равных условиях потребляет при одной установленной солнечной панели 235 кВт·ч (при двух панелях — 108 кВт·ч, при трех панелях — 90 кВт·ч, т.е. почти в 6,5 раз меньше).

Помимо этого, данная модель обладает и всеми преимуществами инверторных сплит-систем MDV: плавная регулировка температуры, быстрое достижение заданной температуры, работа на обогрев при отрицательных температурах (до -15 °С), эффективная работа при колебании напряжения в сети от 185 до 245 В.

**На отечественный рынок новинка MDV будет поставляться с внутренним блоком серии VIDA, уже высоко зарекомендовавшей себя у российских покупателей**

Установленный в наружном блоке компрессор с двойным ротором и инверторной системой управления имеет меньшее трение, плавное вращение роторов с меньшей вибрацией. Все это обеспечивает высокую эффективность и малозумную работу кондиционера.

На отечественный рынок новинка MDV будет поставляться с внутренним блоком серии VIDA, уже высоко зарекомендовавшей себя у российских покупателей. Одним из многочисленных достоинств данной серии является ультратон-



❖ Тепловой насос MDV

кий (165 мм) корпус внутреннего блока и классический элегантный дизайн, который оптимально подходит практически для любого интерьера.

Сплит-система может работать в режимах охлаждения, обогрева, вентиляции и осушения. Выбор режима может быть задан пользователем или выбран автоматически, исходя из заданной температуры. Встроенный таймер позволяет по определенному графику включать или выключать кондиционер. Для высокоэффективной очистки воздуха применяется угольный фильтр и ионизатор. А встроенная функция Follow Me позволит наслаждаться комфортом непосредственно в рабочей зоне, т.к. кондиционер будет ориентироваться на показания температурного датчика в пульте управления, а не в самом внутреннем блоке.

**Энергия окружающей среды**

Тепловой насос (ТН) — энергоэффективный прибор, обеспечивающий здание горячей водой, как для отопления, так и для хозяйственных нужд. Тепловой насос

использует возобновляемую низкотемпературную энергию окружающей среды для отопления и нагрева воды. ТН получает из источников в окружающей среде до 80 % тепловой энергии. Это идеальный вариант для постоянного использования, например, в загородном доме, частной гостинице, небольшом ресторане. Здание, оснащенное тепловым насосом, становится почти автономным, — никакой зависимости от коммунальных служб с их плановым отключением ГВС и постоянно растущим в цене сервисом. Хозяин теплового насоса — сам себе хозяин.

**На российском рынке MDV представляет широкую гамму тепловых насосов различного назначения и конфигурации. Одно из самых перспективных и актуальных для нашей страны решение — моноблочные тепловые насосы класса «воздух–вода»**

На российском рынке MDV представляет широкую гамму тепловых насосов различного назначения и конфигурации. Одно из самых перспективных и актуальных для нашей страны решение — моноблочные тепловые насосы класса «воздух–вода». Моноблочные устройства имеют элегантный дизайн, предназначены для установки внутри помещения и работы в системе ГВС. Минимальные затраты при монтаже тепловых насосов такой конструкции позволяют снизить капитальные затраты, а высокая энергетическая эффективность — уменьшить эксплуатационные расходы.

Накопительный бак интегрирован непосредственно в декоративный корпус теплового насоса. Исключительная теплоизоляция бака (высокоэффективная теплоизоляция из сополимера циклопентана) гарантирует, что даже без использования подогрева воды температура в нем опускается всего лишь на 5 °С в день. Полнофункциональная система автоматизированного управления имеет простой интерфейс и расположена непосредственно на лицевой панели агрегата. Она реализована в виде встроенного контроллера с LCD-дисплеем. Тепловые насосы имеют функцию автоматической дезинфекции воды в баке (нагрев воды до 70 °С и поддержание этой температуры в течение получаса), а также функции автоматической оттайки и защиты, в т.ч. предохранительный клапан и встроенное УЗО.

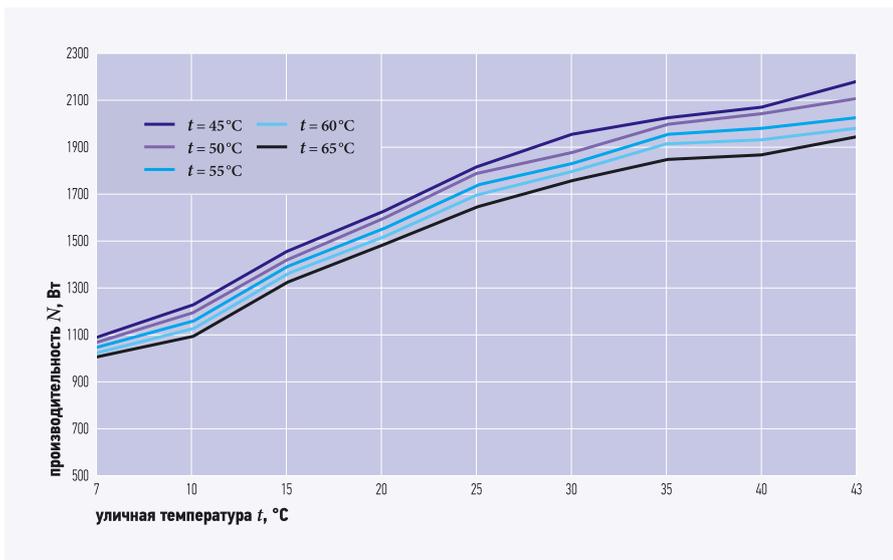


Рис. 1. Зависимость температуры воды на входе от производительности (для модели емкостью 190 л)

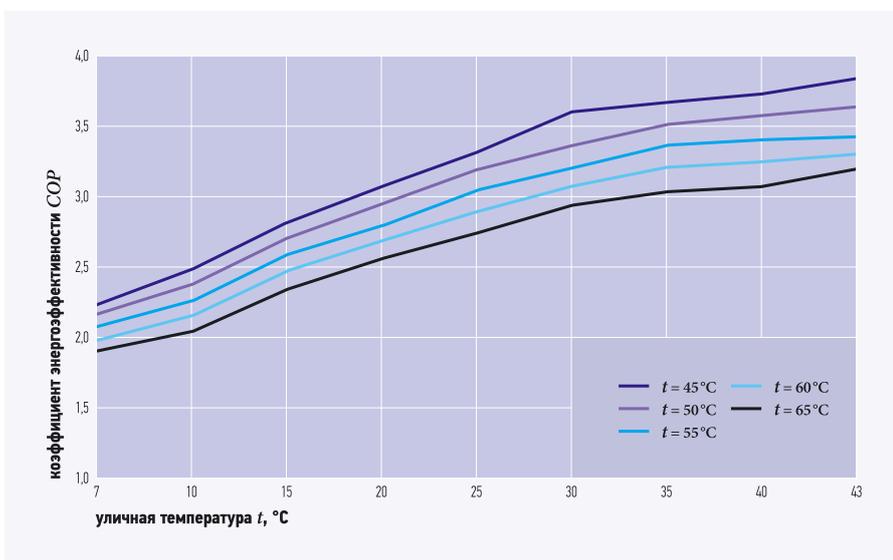


Рис. 2. Зависимость температуры воды на входе от энергетической эффективности (для модели емкостью 190 л)

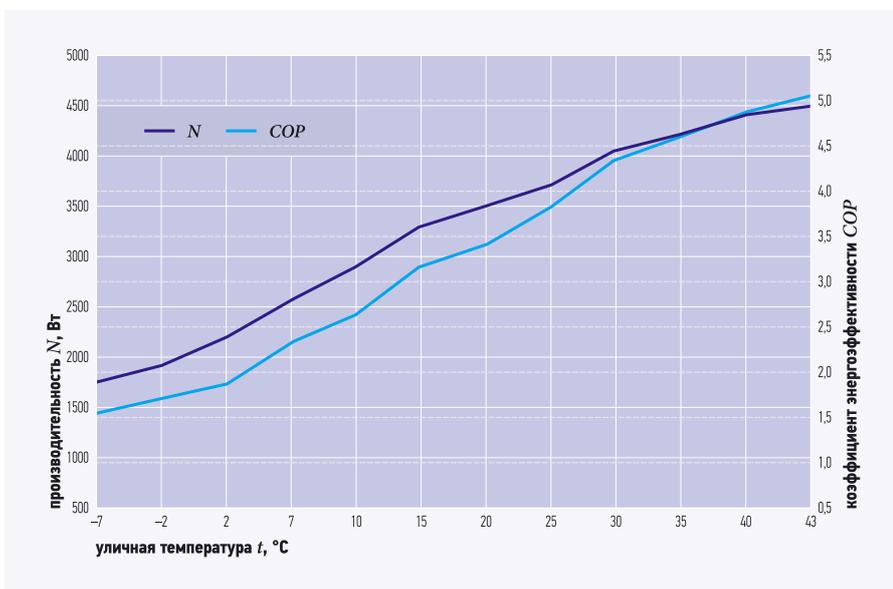


Рис. 3. Производительность и эффективность (для модели 300 л,  $t_{\text{воды.вх}} = 15^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{воды.вых}} = 45^\circ\text{C}$ )

### Тепловой насос может работать в двух режимах: экономичный и гибридный. При работе в экономичном режиме температура воды составляет 38–60(70)°C

Использование хладагента R134a гарантирует устойчивую работу при критических условиях эксплуатации, например, при температуре наружного воздуха до 52°C. Воздуховоды для подачи и удаления воздуха могут быть длиной до 5 м, т.к. внешнее статическое давление вентилятора — 30 Па.

Тепловой насос может работать в двух режимах: экономичный и гибридный. При работе в экономичном режиме температура воды 38–60(70)°C, температура наружного воздуха -7...+43°C. При эксплуатации в гибридном режиме температура воды 38–60(70)°C, температура наружного воздуха -30...+43°C. Встроенные электроводонагреватели позволяют устойчиво работать при самых низких температурах наружного воздуха (до -30°C). Встроенный магниевый анод предотвращает появление коррозии. Переключение между режимами работы «тепловой насос-ТЭН» происходит автоматически в зависимости от наружной температуры воздуха. Потребляемая мощность в режиме теплового насоса — 500 Вт, в гибридном — до 3000 Вт.

### Встроенные электроводонагреватели позволяют устойчиво работать при самых низких температурах наружного воздуха — до -30°C

В 2012 г. на российский рынок поставляются две модели теплового насоса в следующем исполнении:

- RSJi-15/190RDN3 — 1,5 кВт, размер накопительной емкости 190 л, COP = 3,6;
- RSJi-35/300RDN3 — 3,5 кВт, размер накопительной емкости 300 л, COP = 3,6.

Модель RSJi-35/300RDN3 представлена в двух исполнениях: с дополнительным теплообменником для подключения к системе солнечного нагрева или системе газового нагрева воды или без этого теплообменника.

**Эксклюзивным дистрибьютором систем кондиционирования MDV в России является Группа компаний «АЯК».**  
Сайты компании [www.jac.ru](http://www.jac.ru), [www.mdv-russia.ru](http://www.mdv-russia.ru).

ЧИЛЛЕРЫ 1

ФАНКОЙЛЫ 2

КОМПРЕССОРНО-  
КОНДЕНСАТОРНЫЕ  
БЛОКИ 3

РУФТОПЫ 4

VRF-СИСТЕМЫ 5

ПОЛУПРОМЫШ-  
ЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ 6  
(ДО 44 КВТ)

ТЕПЛОВЫЕ  
НАСОСЫ 7

МУЛЬТИ-СПЛИТ  
СИСТЕМЫ 8

БЫТОВЫЕ  
КОНДИЦИОНЕРЫ 9

МОБИЛЬНЫЕ  
КОНДИЦИОНЕРЫ 10

ВИННЫЕ  
ШКАФЫ 11

# MDV®

HVAC SYSTEMS

СОВРЕМЕННАЯ ЛИНЕЙКА  
КЛИМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ №1 В МИРЕ\*



[www.mdv-russia.ru](http://www.mdv-russia.ru)

ООО ТД «АЯК» – эксклюзивный дистрибьютор MDV на территории России

\* GD Midea Holding Co., Ltd. – мировой лидер по объему производства кондиционеров в 2010 году (по данным JARN)



Эндрю Уоррен вынес на обсуждение текущие тенденции и меры государственной поддержки, которые помогут организациям добиться более высоких показателей энергоэффективности и окажут им содействие в процессе обеспечения энергоэффективности зданий.

После ланча представители Trane вручили свою награду за лидерство в области обеспечения энергоэффективности (Energy Efficiency Leader Award) гостиничной сети Arora за ее приверженность устойчивому развитию энергоэффективных инициатив. Произведенная в отелях модернизация связала климатическую среду отеля с коммерческой целью компании. Такой подход представляет собой ключевой шаг на пути отелей Arora к обеспечению максимальной эффективности зданий.

Внедренные инфраструктурные решения также отражают приверженность компании Arora экологической этике, ее иерархию ценностей, проявляющуюся в обязательствах по подготовке специалистов по вопросам окружающей среды, в поддержке «зеленой команды», организованной при каждом отеле, в инвестировании в водосберегающие и высокоэффективные технологии и в правильной утилизации всех отходов. Сеть Arora также проводит ежегодный экологический аудит своих отелей, чтобы обеспечить соблюдение экологической политики и оценить прогресс в ключевых экологических областях.

Манлио Вальдес вручил награду Суриндеру Арора, генеральному директору и основателю гостиничных сетей Arora Hotels и Sofitel London. После



Фото компании-производителя.

церемонии вручения награды прошла экскурсия по гостиничному комплексу.

Отметим, что **программа высокоэффективных зданий от Trane** — это подход к созданию безопасных и комфорт-

**Преимущества высокоэффективных зданий от Trane заключаются в обеспечении максимальной окупаемости инвестиций**

ных зданий с высокими эксплуатационными характеристиками. Этот подход предлагает владельцам зданий и руко-

водителям высшего звена методологию, включающую шесть шагов, а именно:

1. Понимание миссии компании, а также норм и требований как Европейского Союза, так и национальных.
2. Ведение системной оценки эффективности целого здания и целого жизненного цикла.
3. Использование энергетического моделирования для имитации мер по сохранению, сбору данных и анализу экономичности решений HVAC.
4. Обеспечение решений по диагностике и техобслуживанию, которые связывают характеристики здания с миссией и операционными целями.
5. Предоставление заказчику индивидуальных решений под ключ для повышения энергетической эффективности на каждом этапе, от проектирования до обслуживания.
6. Завершающие измерения и проверки, позволяющие убедиться, что здание функционирует соответственно заявленным планам, в т.ч. инспекционные услуги по проверке соответствия действующей в конкретной стране директиве по энергетической эффективности зданий.

Преимущества программы высокоэффективных зданий от Trane заключаются в обеспечении максимальной окупаемости инвестиций; в применении передовых технологий и использовании для принятия решений комплекса технологической экспертизы и точных данных о здании; в создании идеальной внутренней среды для арендаторов, и, наконец, в самом здании — рациональном, экологически ответственном и пригодном для бизнеса. ●



Фото компании-производителя.



## О снижении энергопотребления в группе зданий

Необходимость комплексного подхода к осуществлению энерго- и ресурсосберегающих мероприятий при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и в первую очередь систем обеспечения их микроклимата не подлежит сомнению и обусловлена главным образом сокращением запасов минерального сырья и ископаемого органического топлива и, как следствие, их постоянным удорожанием.

В работе [1] исследованы особенности применения наиболее типичных мало-затратных энергосберегающих технических решений в различных зданиях и обоснован объем и границы их применимости. В частности, речь идет об экономически оптимальном повышении теплозащиты несветопрозрачных ограждений, применении энергоэффективного остекления, утилизации теплоты вытяжного воздуха в системах механической вентиляции и кондиционирования, а также об установке автоматических терморегуляторов у отопительных приборов, дающей возможность полезно использовать теплоту бытовых теплопоступлений и от солнечной радиации. Кроме того, были предложены оптимальные сочетания таких мероприятий, обеспечивающие максимальный энергосберегающий эффект при минимальных материальных и энергетических затратах в различных климатических условиях для разных значений цен на материалы и оборудование и тарифов на энергоносители.

При этом общее уменьшение энергопотребления в условиях реализации такого комплекса инженерных решений по сравнению с базовым вариантом, предусматривающим только устройство теплозащиты наружных ограждений на минимальном уровне, допускаемом санитарно-гигиеническими требованиями, для подавляющего большинства зданий лежит в диапазоне 50–60%.

Между тем логично предположить, что для объектов с исходно более высокими энергозатратами их снижение следовало бы производить в большей степени, чем для остальных. Тогда суммарная экономия тепловой энергии по всей группе исследуемых зданий, возможно, окажется более значительной, чем при пропорциональном сокращении на одну и ту же долю.

Рассмотрим вопрос об оптимальном распределении такой экономии в зависимости от начального энергопотребления каждого объекта в изучаемой группе.

Предположим, что в первоначальном варианте уменьшение энергозатрат производится в относительном выражении равномерно. Тогда для конкретного здания сокращение расхода теплоты выразится как  $\Delta Q_{i(\text{исх})} = \alpha Q_i$ , где  $\alpha$  — исходное относительное снижение энергопотребления (в долях), принимаемое одинаковым для всей группы зданий.

Попытаемся улучшить достигнутый результат. Положим, что уточненный энергосберегающий эффект можно записать в следующем виде:

$$\Delta Q_{i(\text{испр})} = [\alpha + cf(\bar{Q}_i)]Q_i,$$

где  $c > 0$  — произвольный малый параметр, т.е. к коэффициенту  $\alpha$  добавляется поправка, зависящая от величины  $\bar{Q}_i = Q_i/Q_m$  — отношения исходного суммарного энергопотребления  $i$ -го здания  $Q_i$  к средней величине энергопотребления  $Q_m$  для рассматриваемой группы зданий.

### Общее уменьшение энергопотребления зданий в условиях реализации данного комплекса инженерных решений лежит в диапазоне 50–60 %

Пусть  $f(\bar{Q}_i) = b(\bar{Q}_i - b)$ , где  $b$  — некоторая величина, подлежащая определению. Вид функции  $f(\bar{Q}_i)$  выбран таким образом, чтобы она заведомо имела максимум на интересующем нас диапазоне изменения исходных данных. Тогда суммарное дополнительное снижение энергопотребления для всей группы из  $n$  зданий выразится формулой:

$$\begin{aligned} Q_{\text{sum}} &= \sum_{i=1}^n Q_i f(\bar{Q}_i) = \sum_{i=1}^n Q_i b (\bar{Q}_i - b) = \\ &= b \sum_{i=1}^n Q_i \bar{Q}_i - b^2 \sum_{i=1}^n Q_i. \end{aligned} \quad (1)$$

Параметр  $c$  в данное соотношение можно не включать, поскольку он не влияет на положение экстремума  $Q_{\text{sum}}$ , а меняет только его абсолютную величину. Иначе говоря, варьируя  $c$ , мы получаем

We measure it. **testo**



## Энергоаудит нажатием одной кнопки

Строительная термография с тепловизорами testo



На правах рекламы.

С тепловизорами testo Вы легко определите места утечек тепла, строительные дефекты, плохую теплоизоляцию, обнаружите разрывы трубопроводов, проведете диагностику повреждений, вызванных влагой, и быструю диагностику ограждающих конструкций здания.

- Размер матрицы 160x120 или 320x240
- ИК – изображение наивысшего разрешения с технологией SuperResolution
- Температурная чувствительность от 30 мК
- Производство Германия
- Цена от 99 000 рублей с НДС

[www.testo.ru/building-thermography](http://www.testo.ru/building-thermography)

возможность достигать любой интересующей нас экономии тепловой энергии, разумеется, в технически достижимых пределах, сохраняя при этом ее наиболее целесообразное распределение.

Чтобы вычислить оптимальное значение  $b$ , находим производную  $dQ_{\text{sum}}/db$  и приравняем ее нулю:

$$\frac{dQ_{\text{sum}}}{db} = \sum_{i=1}^n Q_i \bar{Q}_i - 2b \sum_{i=1}^n Q_i. \quad (2)$$

Нетрудно убедиться, что вторая производная имеет вид:

$$\frac{d^2 Q_{\text{sum}}}{db^2} = -2 \sum_{i=1}^n Q_i < 0,$$

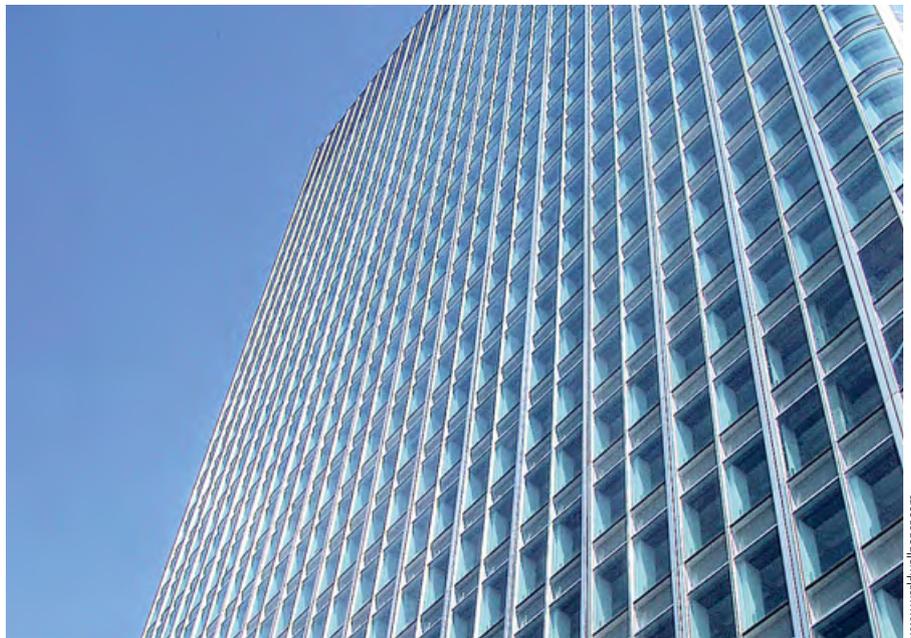
и мы имеем в рассматриваемой точке максимум. Отсюда, учитывая, что

$$Q_i \bar{Q}_i = \frac{Q_i^2}{Q_m}, \text{ а } Q_m = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n},$$

окончательно получаем:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i^2}{2Q_m \sum_{i=1}^n Q_i} = \frac{n \sum_{i=1}^n Q_i^2}{2 \left( \sum_{i=1}^n Q_i \right)^2}. \quad (3)$$

В табл. 1 приведены результаты расчетов по оптимизации распределения экономии теплоты в группе зданий с использованием формулы (3). Значения  $Q_i$  и  $\Delta Q_i$  указаны в условных единицах. Первоначальный уровень снижения энергопотребления был принят на уровне  $\alpha = 0,5$ , т.е. в два раза по сравнению с базовым вариантом без специальных энергосберегающих мероприятий. Оптимальное значение  $b$  в данных условиях составляет 0,533. В других случаях оно будет меняться — как нетрудно убедиться, минимально возможная величина  $b$  равна 0,5, когда все  $Q_i$  одинаковы, а при более неравномерном их распределении  $b$  будет увеличиваться. В среднем можно принимать  $b$  в диапазоне 0,52–0,6.



Легко видеть, что после уточнения по предлагаемому алгоритму рекомендуемое относительное уменьшение энергозатрат для  $c = 0,3$  лежит в пределах от 0,508 до 0,638, оставаясь в рамках достижимого при реализации рассматриваемого комплекса инженерных решений. Причем, как и предполагалось, чем больше исходный уровень  $Q_i$ , тем значительнее оказывается  $\Delta Q_i$  после пересчета.

**Мы разработали достаточно простую и имеющую ясный физический смысл процедуру, позволяющую наилучшим образом распределять энергосберегающий эффект среди зданий, отличающихся по величине исходных энергозатрат**

В данном случае обнаруживается аналогия с представленными в [1] выводами, в соответствии с которыми для каждого конкретного здания первоочередными и наиболее эффективными являются

мероприятия, касающиеся наиболее существенных составляющих энергетического баланса. Но то же самое, как оказывается, справедливо и для города в целом — приоритетное внимание следует уделять энергосбережению в наиболее энергозатратных объектах. В итоге сокращение суммарного теплопотребления по всей совокупности зданий будет равно  $2011,2/3437 = 0,585$ , т.е. мы получили дополнительную экономию в размере еще 8,5% по отношению к исходному равномерному снижению.

Таким образом, мы разработали достаточно простую и имеющую ясный физический смысл процедуру, позволяющую наилучшим образом распределять энергосберегающий эффект среди зданий, отличающихся по величине исходных энергозатрат. Данные результаты можно использовать в инженерной практике и, особенно, при разработке нормативных требований к снижению энергопотребления. В первую очередь это связано с тем, что рассмотренные здесь предложения дают в явном виде зависимость целесообразной степени такого снижения от первоначального расхода теплоты объектом. В то же время действующие документы, например [2], данное обстоятельство практически не учитывают, устанавливая единые требования по относительному сокращению энергозатрат для всех зданий одного и того же типа, что, как было нами установлено, в общем случае не является оптимальным. ●

Результаты оптимизации распределения экономии теплотозатрат\*

табл. 1

№ п/п	$Q_i$	$\Delta Q_{i(\text{исх})}$ при $\alpha = 0,5$	$\alpha + cf(\bar{Q}_i)$ при $b = 0,533$ и $c = 0,3$	$\Delta Q_{i(\text{испр})}$
1	230	115	0,522	120,0
2	450	225	0,624	280,9
3	260	130	0,536	139,3
4	375	187,5	0,589	221,0
5	200	100	0,508	101,6
6	312	156	0,560	174,7
7	350	175	0,578	202,2
8	410	205	0,606	248,3
9	370	185	0,587	217,2
10	480	240	0,638	306,3
<b>Сумма</b>	<b>3437</b>	<b>1718,5</b>		<b>2011,2</b>

\* По группе из десяти зданий.

1. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность. — М.: Изд-во АСВ, 2009.
2. Постановление Правительства Москвы от 5 октября 2010 г. №900-ПП «О повышении энергетической эффективности жилых, социальных и общественно-деловых зданий в городе Москве и внесении изменений в постановление Правительства Москвы от 9 июня 2009 г. №536-ПП».

# Haier

Inspired living



На правах рекламы.

Высокоэффективный модуль очистки и ионизированного увлажнения воздуха Нано-Аква



Высокоэффективный антиформальдегидный RCD-модуль



Объемный воздушный поток 3D



DC-инверторное управление



Сверхтихая работа



ECO LIFE

Решения для комфортной жизни!  
**Кондиционеры Haier**

Серия *Aqua*

SMARTER LIFE

BETTER PLANET



WWW.HOGART.RU

Офис и склад "Хогарт" в Москве

117042, ул. Поляны, д. 52  
Тел.: (495) 788-11-21,  
780-78-66  
e-mail: info@hogart.ru

Филиал "Хогарт" в Санкт-Петербурге

192281, Балканская пл.,  
д. 5 Д, 7 этаж  
Тел.: (812) 703-41-14  
e-mail: info@spb.hogart.ru

## Энергоэффективная Сибирь: первые итоги

В Сибири грядущая зима будет для коммунальщиков по-настоящему жаркой. Дать оценку состоянию регионального ЖКХ и оценить перспективы его развития мы попросили Андрея ШОРОХОВА, директора сибирского филиала компании «Данфосс», крупнейшего мирового производителя энергосберегающего оборудования для систем отопления.

Начался новый отопительный сезон, который должен стать точкой отсчета нового времени для российского ЖКХ. 1 января 2012 г. определено законом № 261-ФЗ «Об энергосбережении» как дата завершения первого этапа модернизации коммунального хозяйства страны. Предстоит масштабное подведение итогов реализованных мероприятий по повышению энергоэффективности, в первую очередь — в области теплоснабжения жилого фонда и муниципальных объектов. Даже в Сибири грядущая зима будет для коммунальщиков по-настоящему жаркой. Дать оценку состоянию регионального ЖКХ и оценить перспективы его развития мы попросили Андрея ШОРОХОВА, директора сибирского филиала компании «Данфосс», крупнейшего мирового производителя энергосберегающего оборудования для систем отопления.

**:: Сегодня у многих наблюдателей складывается впечатление, что после принятия 261-го закона наступило некоторое затишье, поэтому возникают опасения, будут ли реализованы в срок намеченные мероприятия, в частности, энергоаудит жилых и муниципальных зданий и переход к расчетам за тепло по фактическому потреблению?**

**А.Ш.:** Я бы не называл это затишьем. Дело в том, что в законе обозначены наиболее общие цели, и практическая реализация его положений требовала проведения масштабной дополнительной работы, в частности — создания новых схем финансирования энергосервисных мероприятий. Все мы знаем, какая огромная работа была проведена в этом направлении. Параллельно осуществлялось поэтапное планирование предстоящих работ. Сегодня в каждом районе и муниципальном образовании Сибири существует подробная программа реализации энергосберегающих мероприятий. Я знаю об этом не понаслышке, так как мы неоднократно привлекались к этой работе в качестве консультантов, принимали непосредственное участие в разработке многих технических решений.

В настоящий момент полным ходом проводится энергоаудит объектов коммунального хозяйства, что было предусмотрено положением об энергетической паспортизации, закрепленном в 261-м законе. Так, в Красноярске программа аудита реализуется в рамках всего города, на эти цели из муниципального бюджета было специально выделено около 90 миллионов рублей. В Новосибирске в настоящий момент проводится обследование 104 жилых и общественных зданий. Ведется подобная работа и в других муниципальных образованиях. По ее итогам будет определен перечень необходимых мероприятий в области энергосбережения для реализации в течение этого и следующего года.

**В настоящий момент полным ходом проводится энергоаудит объектов коммунального хозяйства, что было предусмотрено положением об энергетической паспортизации, закрепленном в 261-м законе**

**:: Что это за мероприятия и будет ли компания «Данфосс» принимать в них участие?**

**А.Ш.:** Безусловно. В первую очередь — это модернизация отопительных систем жилых и общественных зданий с заменой устаревших элеваторных тепловых узлов на автоматизированные узлы управления (АУУ). Сегодня у нас имеется не только большой практический опыт подобной работы, но и согласованные технические решения, разработанные для многих зданий типовых серий, строившихся в России в разные годы.

Одна из таких программ, предполагающая модернизацию систем отопления 270 муниципальных объектов (школ, детских садов, больниц и прочее), была подготовлена Краевой энергосберегающей компанией. Причем по 160 адресам работы должны завершиться до конца 2011-го года.

В Иркутске реализуется программа реконструкции детских садов, в которой мы принимаем участие совместно с нашим партнером, компанией «ВЭКОС».

Масштабные мероприятия в области энергосбережения запланированы в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах. Так, в Нижневартовске, Урае, Мегионе, Лангепасе, Пыть-Яхе, Надыме и Салехарде модернизация систем отопления охватит более 1600 объектов теплоснабжения, а в Сургуте и Муравленко будет произведена масштабная реконструкция городских ЦТП. Кроме того, мы уже поставили 140 комплектов тепловой автоматики в Курган и в ближайшее время планируем отгрузить еще столько же. Уже начались работы по модернизации 500 муниципальных объектов в Омске. Осуществляется балансировка и гидравлическая увязка тепловых сетей в Козьмодемьянске, для этой цели мы поставили более 250–300 комплектов оборудования. Кроме того, запланированы аналогичные мероприятия в Томске, Новосибирске, Нерюнгри, Якутске, Среднеколымске и некоторых других городах. Наконец, нельзя забывать и о том, что реализация энергоэффективных мероприятий началась задолго до принятия 261-го закона, и многое в этом направлении уже было сделано ранее.

**:: Приведите пожалуйста конкретные примеры. Можно ли сегодня говорить об осязаемых результатах от реализации подобных мероприятий?**

**А.Ш.:** Конечно. Например, в 2005–2007 годах в Норильске была произведена модернизация отопительных систем 500 жилых домов с заменой элеваторов на АУУ Danfoss. Около 50-ти зданий было переоборудовано по такой же схеме в Иркутске в рамках реализации закона № 185-ФЗ, причем в 20 из них проведена комплексная модернизация с установкой балансировочных клапанов на стояках и автоматических радиаторных терморегуляторов. 20 зданий модернизировано в Красноярске, более 50-ти — в Нерюнгри и еще 70 — по Ямало-Ненецкому автономному округу. В городе Улан-Удэ управляющая компания «Байкал Прибор 1» в 2010-м году установила АУУ в 70-ти находящихся в ее ведении жилых домах. Для этого проекта мы осуществляли поставку комплектов автоматики, регулирующих клапанов и электроприводов, а также принимали участие в разработке технических решений.

Особого внимания заслуживает программа комплексной модернизации системы теплоснабжения целого муниципального образования, реализованная в 2008–2010-м годах администрацией Когалыма совместно с компанией «Данфосс». В общей сложности здесь установили 190 АУУ, произведена реконструкция всех девяти городских котельных, переложена значительная часть трубопроводов. Бюджет программы превысил 440 млн руб., и можно с уверенностью констатировать, что эти средства не были потрачены впустую: в 2010-м году затраты горожан на отопление снизились на 30 процентов, повреждаемость тепловых сетей — на 8,5 процента, число функциональных отказов — на 15 процентов. В 2011-м году энергоэффективное оборудование планируется установить еще в 30-ти городских жилых зданиях, и столько же планируется модернизировать в 2012-м году. После этого в Когалым можно будет по праву называть на 100 процентов энергоэффективным городом.

### ❖ Какие конкретные технические проекты вы бы отметили особо?

**А.Ш.:** Не так просто выбрать что-то конкретное, учитывая объем проделанной работы. Например, сразу приходит на ум знаменитый «Дом со шпилем» в Омске (на пересечении пр. Карла Маркса и ул. Масленникова). Это здание всегда считалось одним из символов города, а теперь, благодаря комплексной модернизации, оно является еще и символом нового, энергоэффективного Омска.

Вообще, наиболее удачными я считаю те проекты, где был реализован именно комплексный подход к реконструкции отопительной системы. Ведь только в этом случае можно получить наибольшую экономию тепла, которая достигает 35–45 процентов, а подчас переваливает и за 50 процентов,



особенно в межсезонье. Еще один пример такого подхода — это шестнадцатизэтажное жилое здание по Иркутскому тракту, дом 42, в Томске. Благодаря инициативе застройщика («Томская Домостроительная Компания») здесь был спроектирован и смонтирован полный комплекс энергоэффективного оборудования (автоматизированный индивидуальный тепловой пункт, балансировочные клапаны, радиаторные терморегуляторы), а также реализованы поквартирная система отопления с автоматическими регуляторами перепада и поквартирный учет тепла на базе приборов учета Sonometer 1000. Сдача в эксплуатацию запланирована на конец 2011-го года.

Также я бы отметил проект реконструкции системы теплоснабжения Омской клинической больницы на Березовой улице, где мы применили специальные технические решения, разработанные для учреждений здравоохранения.

### ❖ Наверняка существуют и какие-то трудности? Вряд ли без них обходится в нашей стране, в которой само понятие «энергоэффективность» для многих пока еще в диковинку?

**А.Ш.:** Конечно, определенные трудности есть. На технических проблемах я останавливаться особого смысла не вижу: они есть всегда, это часть рабочего процесса, и решаются они в рабочем порядке.

Главное, с чем сегодня необходимо бороться — это отсутствие понимания, что энергоэффективность — комплексная категория. Я уже говорил об этом и скажу еще раз: только комплексная модернизация дает наибольшую экономию. Так, сегодня у всех уже есть понимание, что необходима реконструкция тепловых узлов, замена элеваторов на АУУ или ИТП. Но, к сожалению, далеко не всегда эти мероприятия сопровождаются баланси-

ровкой и термостатированием системы, а без них невозможно в полной мере реализовать схему регулируемого потребления тепла.

Много трудностей возникает и на пути внедрения поквартирного учета. Мы специально разработали комплекс оборудования, позволяющий реализовать эту схему в российских многоквартирных домах, где массово используется вертикальная (стоячковая) разводка отопления, что делает невозможным использование традиционных индивидуальных теплосчетчиков. Однако его массовому применению мешает отсутствие утвержденной методики расчета за потребленное тепло между жильцами. Вернее, методика тоже есть, но необходимо поставить ее на вооружение ЕИРЦ.

### ❖ Как преодолеть эти трудности?

**А.Ш.:** Нужно вести масштабную просветительскую работу, разъяснять специалистам эксплуатирующих организаций и собственникам выгоду от применения энергоэффективных решений, показывать, как они работают на практике. Во многих муниципальных образованиях такая работа ведется, и мы также активно принимаем в ней участие, в меру своих сил и возможностей. Например, регулярно проводим обучающие семинары в Российском энергетическом агентстве в Красноярске. Кстати, не так давно на его базе по инициативе региональной администрации был открыт Центр инноваций и энергоэффективности, где мы планируем до конца 2011-го года создать выставочно-демонстрационную зону. Там можно будет увидеть все наше энергоэффективное оборудование в работе и посмотреть, как оно функционирует и экономит тепло и деньги.

Вообще, я думаю, что любые трудности преодолимы, если есть четкое понимание проблемы и путей ее решения. Знание — это начало любых прогрессивных перемен. ●

ВЫСТАВКИ

# «Тепловент» объединит лидеров водо- снабжения и климатической техники!

С 13 по 16 апреля в Санкт-Петербурге в выставочном комплексе «Ленэкспо» традиционно пройдет XVII-й международный строительный форум «Интерстройэкспо». В рамках форума состоятся 17 специализированных выставок и Международный конгресс по строительству (IBC).

Статья подготовлена пресс-службой  
компании ООО «Примэкспо Северо-Запад»

110

февраль 2012



Фото предоставлено автором.

Около 600 компаний примут участие в работе Форума. Среди них — компании из Германии, Италии, Польши, России, Турции, Финляндии и свыше 20 субъектов РФ. В 2012 г. традиционно ключевыми станут международные выставки систем кондиционирования и вентиляции «Тепловент» и специализированная выставка «Водоснабжение». В этом году в ходе работы экспозиции можно будет ознакомиться с продукцией свыше 200 компаний по этой тематике. Участники выставок продемонстрируют широкий спектр продукции: системы кондиционирования, вентиляции, отопительное оборудование, системы водоснабжения, водоподготовки, очистки сточных вод, насосное оборудование, трубы, фитинги, изоляционные материалы — все это и многое другое смогут оценить посетители выставок в апреле.

Участие в выставке в 2012 г. уже подтвердили лидеры отрасли, компании: Baxi Group, KAN, Rols Isomarket, Spuinsulation, Woikoski AB OY, «Активпистерстрой», «Альтерпласт», «Арктика», «Вессель ТД», «Вингс-М Нева», «ВКтехнология», «Даирум», «Домотехника», «Изорон», «Интерма-СПБ», «Инженерное оборудование и системы», «Кнауф Инсулейшн», «Магистраль СК», «Миcroфлекс-Нева», «Мульти Вуд», «Петровенткомплект», «Петролюкс», «Полимертехнологии-КС», «Полипластик», «PM Вент», «Селект Рус», «Сервоприводы Белимо Россия», «Современные дымоходные системы», «Талан», «ТВЭЛ-ПЭКС», «Тепло-Арт», «Теплолюкс Северо-Запад», «Термафлекс Изоляция +», «Термина», «Терморос СПб», «ТеплоГазСтрой», «Теплолюкс Северо-Запад», «ТИМ», «Травезия.Ру», «Фрайд Компания», «Хит Трейд», «Хогарт СПб», «Шидель», «Эгопласт», «Элитные Каминь» и мн. др.

Большинство компаний представляют новую продукцию, а некоторые выводят на рынок целую линейку нового оборудования. Подробная информация о новинках и акциях, проводимых участниками во время выставки представлена на официальном сайте.

Особого упоминания стоит деловая программа выставки. Ассоциация АВОК совместно с организаторами выставки, компанией «Примэкспо Северо-Запад» проводит традиционную специализированную конференцию: «Эффективные системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и теплоснабжения». В ходе работы конференции будут подниматься вопросы энергосбережения, внедрения инновационных подходов к проектированию систем отопления с применением современного отопительного оборудования, будут рассматриваться преимущества и недостатки различных типов систем вентиляции, отопления, теплоснабжения и кондиционирования воздуха. Отдельно в рамках конференции будут рассматриваться вопросы теплоснабжения, учета и применения современного оборудования. Международные выставки «Тепловент» и «Водоснабжение» уже давно превратились в своеобразный центр инженерного бизнеса для Северо-Западного региона. С 18 по 21 апреля все специалисты приглашаются на ведущие мероприятия индустрии HVAC и инженерного оборудования!

Подробная деловая программа, бесплатный пригласительный билет — на официальном сайте Форума [www.interstroyexpo.com](http://www.interstroyexpo.com).

**ООО «Примэкспо Северо-Запад»**

**Тел.: +7 (812) 380-60-14,  
380-60-04, 380-60-00**



Фото предоставлено автором.



WWW.INTERSTROYEXPO.COM



В РАМКАХ:

**ИНТЕРСТРОЙЭКСПО**

Международный строительный форум

**18-21 АПРЕЛЯ 2012** Санкт-Петербург, Ленэкспо



**ТЕПЛОВЕНТ**

специализированная выставка



**ВОДОСНАБЖЕНИЕ**

специализированная выставка

**В РАМКАХ ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСТАВКИ:**

XIV Специализированная конференция:  
«Эффективные системы отопления, вентиляции, кондиционирования  
воздуха и теплоснабжения» (Организаторы: НП АВОК, Примэкспо)

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC



ufi



+7 812 380 6014/04

Генеральный  
информационный партнер:



**TopClimat.ru**  
ВЫБИРАЮТ ЗДЕСЬ

Информационные партнеры:



При поддержке:



**X МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**

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

**4-6 ИЮНЯ**  
Санкт-Петербург **2012**

**Международный конгресс  
«Энергосбережение и энергоэффективность –  
динамика развития»**

Место проведения:  
выставочный комплекс  
«Ленэкспо»,  
Санкт-Петербург,  
Большой пр. В.О., 103,  
павильоны 7, 8А

Организатор выставки:



тел: +7 (812) 777-04-07, 718-35-37  
gas2@orticon.com, www.farexpo.ru

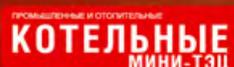
Деловые партнеры:



Генеральный  
информационный  
партнер:



Стратегический  
информационный  
партнер:



# RBM: ГЛАЗА – ЗЕРКАЛО ДУШИ

МАКСИМАЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

ПОЛНЫЙ АССОРТИМЕНТ ПРОДУКЦИИ

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ИДЕАЛЬНОЕ КАЧЕСТВО ДЛЯ СОВЕРШЕННЫХ СИСТЕМ

100% СДЕЛАНО В ИТАЛИИ

WWW.RBM.EU

RBM – это полный ассортимент продукции для систем отопления и водоснабжения.

**Продукция полностью разработана и произведена в Италии.**

Изделия RBM обеспечивают максимальную надежность и долговечность работы всех систем.

сайт: [www.rbm spa.net](http://www.rbm spa.net)

e-mail: [info@rbm spa.net](mailto:info@rbm spa.net)

**Rbm**

Passion for innovation

**Rbm**



Компоненты для систем отопления, охлаждения и управления климатом

**Rbm**  
kilma®



Компоненты систем теплых полов

**Rbm**  
metis®



Ассортимент тепло- и водосчетчиков

**Rbm**  
Tita-fix®



Гидротермическая система металлополимерных труб

**Rbm**  
Sferika®



Шаровые краны, запорные клапаны, фильтры

# Аксиома. Доказательств не требуется

Комплексные решения Danfoss направлены на повышение энергоэффективности систем теплоснабжения зданий. Применяются на территории всей России

в новом строительстве, в зданиях, реконструируемых в процессе капитального ремонта, а также в рамках проекта «Энергоэффективный город».



$40\% = Q_{\text{ТЕК}} + \text{Данфосс}$   
экономика потребления энергии

оборудование  
Данфосс

до 40%

энергосбережения

Эффект, достигаемый при применении комплексного подхода Danfoss