



Читайте  
в номере:

14 **Качество**  
полиэтиленовых  
трубопроводов



48 **Газовые**  
емкостные  
водонагреватели



68 **Новая серия**  
мультисплит-систем  
General Flexible Multi



94 **Коммунальная**  
экономия:  
от теории к фактам

№4 апрель 2011



САНТЕХНИКА

ОТОПЛЕНИЕ

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ  
ЖУРНАЛ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

# FAR – АРМАТУРА ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ

# FAR

15 лет  
в России

flow evolution



## НАДЕЖНОСТЬ КОНЦОВОК с металлической резьбой

На правах рекламы.

эксклюзивный представитель



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



Жидкотопливные котлы

13 – 20 000 кВт



Газовые котлы

4 – 20 000 кВт



Солнечные коллекторы



Индивидуальные дома



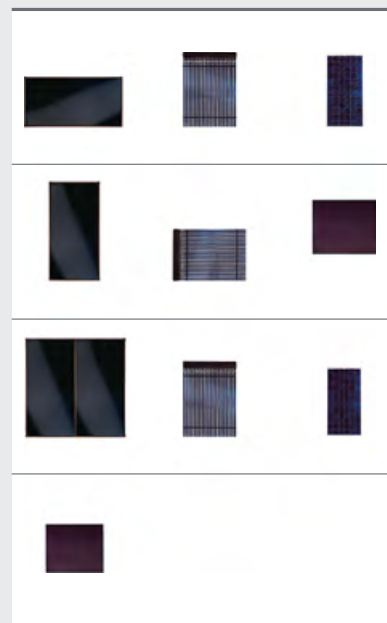
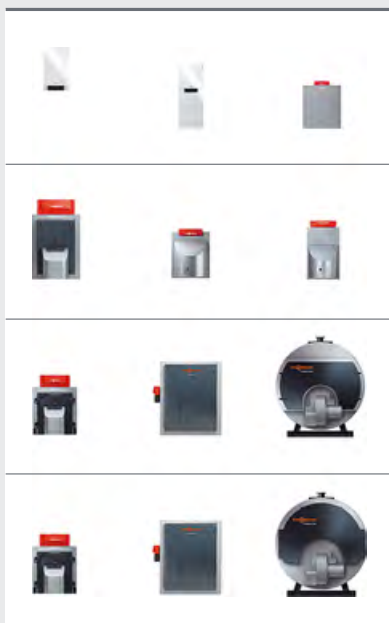
Многоэтажные дома



Промышленность



Тепловые сети



## Индивидуальные решения с эффективными системами

Viessmann является технологическим лидером в области отопительного оборудования.

Комплексная программа Viessmann предлагает индивидуальные решения с применением энергоэффективных систем для всех видов энергоносителей любой мощности.

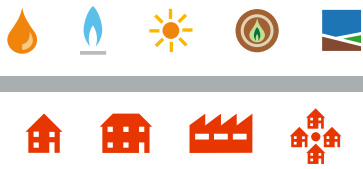
Являясь пионером в вопросах экологической безопасности, компания Viessmann уже на протяжении десятилетий поставляет энергоэффективные и экологичные отопительные системы, работающие на газе и жидком топливе, с использованием солнечной энергии, возобновляемых источников энергии и природного тепла земли, воды и воздуха.

Комплексная программа Viessmann предлагает передовые технологии и задает тон в области отопительного оборудования.

Благодаря высокому уровню энергоэффективности системы Viessmann помогают сэкономить расходы на отопление и являются правильным выбором.

Все продукты Viessmann соответствуют действующим на территории Европы законам о снижении уровня эмиссий в окружающую среду.

Viessmann считает себя обязанным обеспечить максимально возможную защиту окружающей среды и экономию природных ресурсов.



# Effizienz Plus



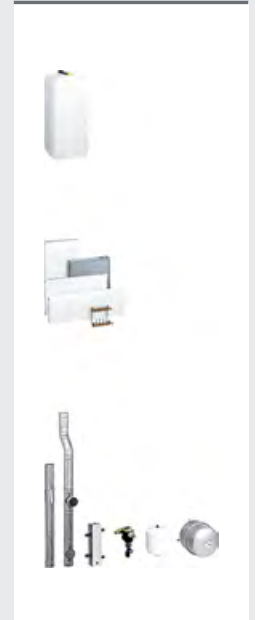
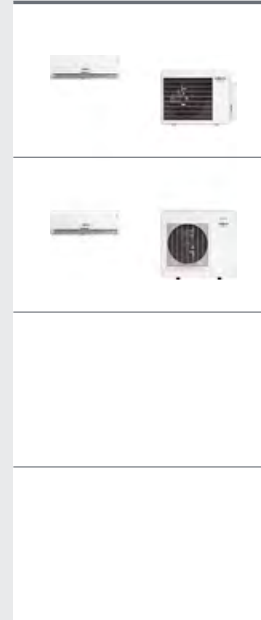
Техника для работы на биотопливе  
4 – 13 000 кВт



Тепловые насосы  
1,5 – 2 000 кВт

Климатическая техника

Системные компоненты



Комплексная программа Viessmann:  
индивидуальные решения с эффективными системами  
для всех источников энергии и сфер применения

Для этого компания использует лучшую технику для производства тепла. Это могут быть системы отопления индивидуальной комплектации, с котлами настенного или напольного исполнения, экономичные и соответствующие требованиям завтрашнего дня. Для каждого случая Viessmann предлагает эффективное решение.

- Конденсационная техника
- Солнечные коллекторы
- Тепловые насосы
- Твердотопливные котлы
- Когенерационные установки
- Биогазовые установки
- Сервисные услуги

Компания Viessmann разрабатывает и производит инновационное отопительное оборудование, которое отличается высоким качеством, энергоэффективностью и долгим сроком службы. Многие из этих продуктов стали вехами в сфере развития отопительной техники.

Viessmann Group

**VIESSMANN**

**KWT**

**KOB**

**MAWERA**

**ESS**

**BIOFERM**

**Schmack**

**Carbotech**



### [О требованиях к качеству полиэтиленовых трубопроводов](#)

Трубная продукция, сопутствующие материалы и изделия, инструмент и средства малой механизации перед использованием в деле следует подвергать непосредственно на объекте строительства внешнему осмотру с целью определения соответствия их проектной документации и обнаружения механических повреждений в процессе их транспортирования.

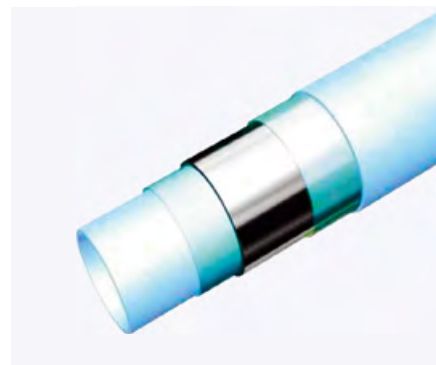
14



### [Газовые емкостные водонагреватели: обзор рынка](#)

При наличии в здании газового ввода перед проектировщиком порой стоит выбор между проточным или накопительным методом приготовления воды в контуре ГВС. Газовые накопительные водонагреватели выпускаются в настенном (от 50 до 150 л) и напольном (от 100 л) вариантах. Описанные в обзоре водонагреватели имеют открытую камеру сгорания.

42



### [Конструкционно-прочностная специфика металлополимерных труб](#)

Металлополимерные трубы изготавливаются из сердцевины в виде продольношовной сварной алюминиевой трубы, размещаемой между экструдированными слоями из полиэтилена (или сшитого полиэтилена) с клеевой связкой между ними. Такая конструкция во многом определяет конструкционно-прочностную специфику МПТ.

20



### [Удар Жуковского в дымоходах](#)

Удар Жуковского. Что это такое? Какие силы действуют здесь? Какие последствия он имеет для систем отвода продуктов сгорания? Какие мероприятия позволяют предотвратить данное явление? Гидроудары чрезвычайно опасны как для трубопроводов, теплообменников, насосов, так и для дымоходов.

56



### [Новая серия мультисплит-систем General Flexible Multi](#)

Flexible Multi — это новая серия мультисплит-систем свободной компоновки, представленная на мировом и российском рынке в начале 2011 года, предназначена для кондиционирования квартир, коттеджей, загородных домов, гостиниц, ресторанов и офисов. Flexible Multi сочетает в себе прекрасные технические и потребительские характеристики.

68



### [Clint. Технологии и энергоэффективность](#)

Представленное итальянским промышленным холдингом G.I. Industrial Holding S.p.A. климатическое оборудование — новые энергоэффективные чиллеры серии Turboline — специально разработано для таких областей применения, где основными требованиями являются бесперебойное функционирование в течение всего года, а также высокий КПД.

72

<b>Новости</b>	<b>4</b>
<a href="#">Выставочная неделя 1–4 марта 2011 года</a>	<b>5</b>
<b>Биржа труда</b>	<b>10–11</b>
<b>Сантехника</b>	
<a href="#">О требованиях к качеству полиэтиленовых трубопроводов</a>	<b>14</b>
<a href="#">Конструкционно-прочностная специфика металлополимерных труб</a>	<b>20</b>
<a href="#">Инженерный фасон</a>	<b>24</b>
<a href="#">Сифонная система Geberit Pluvia</a>	<b>30</b>
<a href="#">УФ-обеззараживание в водоснабжении</a>	<b>32</b>
<b>Отопление</b>	
<a href="#">Стальные промышленные отопительные котлы Biasi</a>	<b>34</b>
<a href="#">Умягчение воды методом натрий-катионирования</a>	<b>37</b>
<a href="#">Газовые емкостные водонагреватели: обзор рынка</a>	<b>42</b>
<a href="#">Теплоснабжение воздушными тепловыми насосами</a>	<b>52</b>
<a href="#">Концовки FAR. Надежное соединение — безупречная работа системы</a>	<b>54</b>
<a href="#">Удар Жуковского в дымоходах</a>	<b>56</b>
<a href="#">Реальная стоимость инженерного оборудования</a>	<b>58</b>
<a href="#">Тепловые насосы: расчет, выбор, монтаж</a>	<b>62</b>
<b>Кондиционирование</b>	
<a href="#">Новая серия мультисплит-систем General Flexible Multi</a>	<b>68</b>
<a href="#">Мощность автоматизированных климатических систем</a>	<b>70</b>
<a href="#">Clint. Технологии и энергоэффективность</a>	<b>72</b>
<a href="#">Особенности проектирования прецизионных систем</a>	<b>75</b>
<a href="#">Особенности прогнозирования микроклимата</a>	<b>78</b>
<a href="#">Проблема акустики зданий и ее решения</a>	<b>82</b>
<b>Энергосбережение</b>	
<a href="#">Когенерационные установки для энергоснабжения предприятий</a>	<b>86</b>
<a href="#">О дефиците тепла</a>	<b>92</b>
<b>Реформа ЖКХ</b>	
<a href="#">Коммунальная экономия: от теории к фактам</a>	<b>94</b>

**Компании, упомянутые в номере**

«АЯК» 68, 72, «Грундфос» 94, «Данфосс» 92, «Еремиас Рус» 56, «Ивик» 62, «ПСО Инжиниринг» 76, «Терморос» 54, Geberit 30, Kamstrup 58, Mitsubishi 62, ООО «АДМ» 51

**Список рекламодателей номера**

Belimo, Broen, Buderus, Danfoss, Clint, Geberit, General, Grundfos, Honeywell, KSB, Meibes, Rehau, Ridgid, Samsung, Testo, Uponor, Viega, Viessmann, Zota, «Атлантик Термогрупп», «Виватекс», «Лит Трейдинг», «Терморос»

## Обновление модельного ряда бойлеров Ariston

Компания Ariston Thermo Group в 2011 г. обновляет модельный ряд цилиндрических водонагревателей косвенного нагрева (бойлеров). Бойлеры серий BC1S, BC2S пришли на смену моделям BS1S, BS2S, унаследовав все их плюсы. Эти водонагреватели вертикальной (напольной) установки предназначены для подключения к отопительному котлу или солнечному коллектору. К моделям серии BC2S, имеющим два теплообменника, котел может подключаться совместно с коллектором.



Серия включает в себя бойлеры с внутренними баками емкостью 200, 300 и 450 л. От коррозии баки защищают эмалевое покрытие Titanium Plus и увеличенный магниевый анод. Усовершенствованная (более округлая) форма бака позволила повысить рабочее давление. Устройства отличаются простотой установки, укомплектованы термометром, могут быть дополнительно оборудованы термостатами и ТЭНами мощностью 3 кВт (модели на 200 и 300 л) и 6 кВт (450 л).

## «Будерус Отопительная Техника»

# Новый котел Logano plus GB402



Компания «Будерус Отопительная Техника» расширяет ассортимент энергоэффективного оборудования и начинает поставку на российский рынок новых мощных газовых конденсационных котлов Buderus Logano plus GB402.

Компактная конструкция, малый вес и небольшая занимаемая площадь делают Logano plus GB402 идеальным выбором для проектов по модернизации отопительных систем, а также для обеспечения теплом и ГВС новых коммунальных или промышленных зданий. Габариты котла делают его идеальным при мон-

таже в стесненных условиях и небольших установочных площадях. Линейка котлов Logano plus GB402 представлена пятью типоразмерами с номинальной тепловой мощностью в 320, 395, 470, 545, 620 кВт. Высокопроизводительный теплообменник сделан из специального алюминиевого сплава и имеет особое конструктивное решение. Это обеспечивает высокую теплопроизводительность при максимальной теплопередаче с малыми потерями тепла с дымовыми газами. Результат этого — стандартизованный коэффициент использования до 110%. Звукоизоляция котла и низкий уровень шума горелки позволяют избежать применения дополнительных мер по звукоизоляции. Ревизионные проемы большого размера обеспечивают беспрепятственный доступ для чистки котлового блока и поддона для конденсата.

Система управления Logamatic 4000 позволяет организовать каскадное регулирование до восьми котлов в каскаде. Это означает, что можно построить компактную котельную из восьми котлов Logano plus GB402 суммарной мощностью около 5 МВт.

## Инженерные системы Sanext

# На трубах Sanext построят «Изумрудные холмы»

В феврале торговый дом «Санеста-Металл» (Санкт-Петербург) начал поставки инженерных систем Sanext на строящийся жилой комплекс «Изумрудные холмы» в Москве. На полимерных трубах и фитингах Sanext будет смонтированы системы отопления в зданиях комплекса. В тендере поставщиков инженерных систем застройщик рассматривал всех производителей труб из сшитого полиэтилена, представленных в России.

Инженерные системы Sanext — это пятислойные трубы из сшитого полиэтилена и латунные фитинги для систем отопления, водоснабжения, поверхностного подогрева. Системы Sanext с 2005 г. используются в жилищном строительстве, при возведении торговых, промышленных и сельскохозяйственных объектов во многих городах РФ. Производит продукцию и продвигает российскую марку Sanext ООО «Торговый дом «Санеста-

Металл» (Санкт-Петербург). Трубы из сшитого полиэтилена идеально подходят для строительства современных многоквартирных комплексов с индивидуальным отоплением. Переход на индивидуальный учет тепла позволит конечному потребителю сэкономить до 30% затрат на тепловую энергию. ЖК «Изумрудные холмы» — масштабный проект комплексной жилой застройки холдинга «ЛенспецСМУ». «Изумрудные холмы» — первый проект «ЛенспецСМУ» в московском регионе. На земельном участке площадью 80 га планируется построить в общей сложности около миллиона квадратных метров недвижимости. Компания планирует сдать в эксплуатацию первую очередь микрорайона в четвертом квартале 2011 г. «ЛенспецСМУ» вводит в эксплуатацию жилые объекты с 1987 г. и рассматривает «Изумрудные холмы» как один из своих самых масштабных проектов.



## Выставки

# Выставочная неделя 1–4 марта 2011 года

**С первое по четвертое марта 2011 года в Москве прошли сразу три отраслевые выставки: 7-я Международная специализированная выставка систем вентиляции, кондиционирования, отопления, промышленного и торгового холода «Мир Климата'2011», Международная специализированная выставка инженерного оборудования, энергосберегающих технологий и материалов MATTEX'2011 и «Chillventa Россия'2011».**

### «Мир Климата'2011»

Организаторами выставки выступили выставочная компания «Евроэкспо» и Ассоциация предприятий индустрии климата (АПИК). В 2011 г. выставка прошла при поддержке Совета Федерации ФС РФ, Центра международного промышленного сотрудничества ЮНИДО в России и Комитета по информационной политике Национального объединения строителей.

Выставка «Мир Климата» в очередной раз доказала, что является крупнейшим в России Выставочным Проектом в сфере климатического оборудования, торгового и промышленного холода. В этом году было отмечено небывалое количество посетителей, за четыре дня выставку посетили 21393 человека. Посетители отмечали не только масштаб экспозиции, но и небывалое количество новинок от разных производителей.

В выставке приняли участие крупнейшие отечественные и зарубежные производители и дистрибьюторы оборудования, монтажные, проектные и инжиниринговые компании, профильные СМИ и специализированные организации. На территории свыше 18 тыс. м<sup>2</sup> разместились экспозиции более 300 компаний из 27 стран мира. На выставке «Мир Климата'2011» были представлены последние достижения, разработки и тенденции на российском рынке систем вентиляции, кондиционирования, отопления, промышленного и торгового холода.

### MATTEX'2011

С 1 по 4 марта 2011 г. в ЦВК «Экспоцентр» прошла очередная Международная выставка инженерного оборудования, энергосберегающих технологий и материа-



лов MATTEX'2011. Журнал С.О.К. выступил информационным спонсором этого мероприятия. На стенде издания можно было приобрести любой заинтересовавший номер журнала, познакомиться с сотрудниками редакции, обсудить тематику и содержание статей, высказать пожелания и предложения в адрес журнала и оформить подписку.

В этом году выставка прошла компактным форматом и была сфокусирована на нескольких тематических разделах. Среди них: инженерное оборудование (отопление, водоснабжение, водоподготовка, канализация и т.п.), возобновляемые источники энергии, новый раздел энергосберегающая осветительная техника и энергосберегающая бытовая техника, строительные материалы и технологии, автоматизация и безопасность зданий а также системы управления климатом, освещением, интегрированные системы пожаробезопасности, домашние системы управления «Умный дом».

Научно-практическую часть выставки открыла конференция «Создание энергоэффективных инженерных систем». На конференции представлены системы энергосберегающего вентиляционного оборудования, также будут обсуждаться технологии снижения энергозатрат на промышленных предприятиях и другие актуальные вопросы. Следующей темой заседаний стала конференция «Использование возобновляемых источников энергии». В конце деловой программы выставки прошло заседание координа-

ционного совета по техническому совершенствованию газораспределительных систем и др. инженерных коммуникаций.

### «Chillventa Россия'2011»

Международная специализированная выставка холодильно-климатического оборудования и тепловых насосов «Chillventa Россия'2011» прошла с 1 по 3 марта 2011 г. в МВЦ «Крокус Экспо». Это была премьерная экспозиция в России, при организации которой ее организаторы сделали ставку на чрезвычайно удачную концепцию нюрнбергской Chillventa, благодаря которой последняя после своего старта в 2008 г. сразу же вышла на уровень ведущей в мире отраслевой выставки. Таким образом, «Chillventa Россия» — единственная на сегодня в Российской Федерации отраслевая платформа, представляющая на профессиональном уровне холодильное, климатическое и теплонасосное оборудование с полным охватом их спектра.

Как и на MATTEX'2011, журнал С.О.К. выступал информационным спонсором этого мероприятия. В поддержку проекта выступило и сообщество экспонентов, заинтересованных в получении специализированной отраслевой площадки четкой тематической направленности.

То, что действительно нужно посетителям-специалистам, «Chillventa Россия» показала во всем многообразии. Ее экспозиция включала несколько подразделов, среди которых: холодильная техника, теплоизоляция, кондиционирование воздуха и вентиляция, тепловые насосы, контрольно-измерительные приборы, системы управления, регулирования и автоматизации, а также услуги по холодоснабжению и кондиционированию.

Насыщенная выставочная неделя наглядно отразила тот факт, что кризисные явления в отрасли водоснабжения, отопления и кондиционирования закончились и рынок демонстрирует уверенный рост. Особенно на этом фоне выделяются актуальные и востребованные тренды отрасли, среди которых энергосбережение и возобновляемые источники энергии.



Выставки

## Intersolar'2011: ожидается рекордное число участников

С 8 по 10 июня 2011 г. в Мюнхене уже в четвертый раз пройдет Международная выставка солнечной энергии Intersolar Europe, в рамках которой состоится вручение премии Intersolar Award. Ее присуждают предприятиям, товарам и услугам, проявившим себя за прошедший период в области использования энергии солнца для получения тепла и электричества. На выставке будет



представлено оборудование для преобразования солнечной и световой энергии в электрическую, гелиотермальные технологии и достижения гелиоархитектуры. Помимо европейских участников на выставку приглашены компании, представленные на Intersolar North America в Сан-Франциско и Intersolar India в Мумбаи. Ожидается, что общее число участников превысит 3000. Это вдвое больше, чем в прошедшие годы, когда количество экспонентов составляло порядка 1300–1400. Заявки на участие в выставке можно подавать до первого апреля текущего года.

Компания Sortimo

## L-BOXX от Sortimo

Одним из передовых решений компании Sortimo для мобильного ремонта, монтажа и сервисного обслуживания различных систем и оборудования является система L-BOXX.

Еще никогда прежде транспортировка и хранение инструмента и принадлежностей не были столь удобными из-за исключительно простой компоновки различных ящиков. Данную систему уже используют такие всемирно известные производители как Bosch и Fisher.

Качество и безопасность, элегантность и надежность, вес и долговечность продукции, выделяя компанию Sortimo среди других конкурентов.

К самой большой модели L-BOXX — LB 374 — Sortimo предлагает допол-



нительные вкладыши. Это решение позволяет и монтажникам и ремонтникам климатических установок, самостоятельно, используя различные конфигурации наполнителей бокса, максимально компактно, использовать пространство бокса LB 374.

Концерн Uronor

## Uronor приобретет Zent-Frenger



Концерн Uronor объявил о покупке контрольного пакета компании Zent-Frenger mbH (город Хеппенхайм, Германия), которая специализируется на разработках в сфере экологически чистой геотермальной энергии, а также разрабатывает комплексные проекты инженерных систем с использованием энергосберегающих технологий в коммерческих зданиях.

В 2009 г. концерн Uronor приобрел британскую инжиниринговую компанию Velta, специализирующуюся на проектировании инженерных систем и термоактивных строительных конструкций. Следующим шагом для развития компетенций компании в области энергосберегающих технологий стала покупка контрольного пакета немецкой компании Zent-Frenger. Эта сделка позволит использовать дополнительный потенциал, который обес-

печат продукты и опыт Zent-Frenger, как в сегменте потолочного охлаждения, так и в области решений по использованию геотермальной энергии. Компания Zent-Frenger Gesellschaft für Gebäudetechnik mbH основана в 1954 г. На своем заводе в Хеппенхайме она производит системы потолочного охлаждения из листовой стали, алюминия и гипсокартона, а также различные компоненты для систем бесшумного охлаждения. Центр разработок располагает «ноу-хау» для расчета и долгосрочного прогнозирования безопасности геотермальных систем. Компания Zent-Frenger является разработчиком геотермального охладителя с интегрированной гидравлической системой Geozent, основная идея которого — полностью готовый к подключению центр выработки энергии. В течение многих лет Zent-Frenger успешно работает на европейском рынке, продвигая технологии будущего, использующие экологически чистую геотермальную энергию, а также предлагает экономичные решения для температурного контроля в коммерческих зданиях. В компании работает 100 человек, а офисы находятся в таких немецких городах как Хеппенхайм, Леонберг и Гамбург. Zent-Frenger имеет партнеров по сбыту в Бельгии, Италии, Люксембурге, Нидерландах, Австрии, России, Швейцарии, Испании и в Чешской Республике.



Kampmann

## PowerKon NT – большая мощность при малых размерах

Новый PowerKon NT от Kampmann — это отопительный конвектор, оснащенный вентилятором и предназначенный для использования в низкотемпературных системах отопления, например, в теплонасосных установках.

Классический признак энергоэффективных тепловых насосов — это низкая температура рабочей среды. До сих пор такие системы применялись почти исключительно для обогрева поверхностей, например системы обогрева пола и стен, установка которых в уже возведенные здания весьма затруднительна.

Сейчас компания Kampmann посредством PowerKon NT выводит на рынок новый интересный агрегат, поверхность нагрева которого занимает всего 20–25% поверхности нагрева обычного обогревателя.

Согласно девизу «Большая мощность при малых габаритных размерах» PowerKon NT оснащается высокопроизводительным конвектором, вентилятором и эстетичным корпусом, что соответствует также наивысшим достижениям интерьерного дизайна помещений.

В зависимости от потребности в обогреве агрегаты оснащаются экономичным малолитражным диаметральным вентилятором с автоматическим плавным управлением. В удобстве использования PowerKon NT можно сравнить с классическим обогревателем. Потребителю достаточно задать нужную температуру и нажать кнопку, агрегат включится с соответствующей мощностью, обеспечивая быстрый обогрев помещения. В зависимости от типа регулирования PowerKon NT может использоваться как отдельный агрегат, подключаться к сети KaControl или к другим системам управления инженерным оборудованием современных зданий.



Фото компании-производителя

### Материалы и компоненты

## Впервые создан уникальный самоупрочняющийся наноматериал

Исследователи из Университета Райса (США) создали материал, который при регулярных нагрузках становится только прочнее, словно кости и мышцы живого существа. Композит состоит из «леса» вертикально расположенных многослойных углеродных нанотрубок, промежутки между которыми заполнены полидиметилсилоксаном. Причем циклическая нагрузка на этот материал привела не к возникновению механической усталости, но к упрочнению композита. Сжатие с частотой пять раз в секунду в течение недели увеличило жесткость образца на 12%. Как известно, металлы способны упрочняться под деформирующей нагрузкой (что объясняется перераспределением дислокаций в кристаллической решетке), но для синтетических материалов подобное свойство — дело исключительное. Ученые пока не знают наверняка, каков механизм упрочнения, однако исключают простое скрепление молекул полимера. По-видимому, секрет нового композита заключается в очень большой площади межфазного интерфейса между нанотрубками и наполнителем и в процессах, развивающихся на этой границе.

Физики открыли важную особенность данного нанокompозита — статическая нагрузка не меняет его свойств. Только динамическое воздействие приводит к росту жесткости. В этом плане авторы исследования сравнивают свой композит с костями и хрящами у спортсменов: регулярная стрессовая нагрузка приводит к их упрочнению. Исследователи полагают, что, разобравшись в деталях взаимодействия полимера и углеродных нанотрубок, можно создавать уникальные самоупрочняющиеся конструкционные материалы.

Источник — melibiana.ru

# 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.

## Расширение линейки Seagull

В конце 2010 г. линейка продукции известной на российском рынке торговой марки Seagull расширилась сразу несколькими новинками, которые были представлены на прошедшей в феврале 2011 г. выставке Aqua-Therm Moscow. Посетители выставки познакомились с новыми латунными кранами Seagull тяжелой серии с черной рукояткой, предназначенными для систем теплоснабжения. Данные краны изготавливаются в исполнении муфта-штуцер с накидной гайкой «американкой», что позволяет легко и быстро монтировать кран на трубопровод. Также, для удобства установки кран выпускается как в прямом, так и в угловом корпусе.



Помимо кранов для теплоснабжения под маркой Seagull начали выпускаться распределительные коллекторы в двух исполнениях — с отсекающими кранами и с регулируемыми вентилями. Использование коллекторных систем позволяет осуществлять регулирование расхода, выравнивание давления, независимого перекрытия потока к одному из потребителей.

В линейке продукции Seagull также появились латунные сгоны «американки», вентили для радиаторов, кран для стиральных машин. Ассортимент продукции постоянно расширяется, непрерывно идет работа по улучшению характеристик и качества арматуры. Seagull — это современная арматура, достойного качества и по доступным ценам.

## Buderus

### Брошюра по солнечной энергетике

Установки, использующие солнечную энергию для выработки электричества, приобретают в Германии с каждым годом все большую популярность. Отвечая на многочисленные возможные вопросы инженеров и обывателей, известный немецкий производитель Buderus, входящий в международный концерн Bosch Thermotechnik, выпустил брошюру под названием «Все, что вы хотели знать про солнечную энергию» (Kompetenzbroschüre Photovoltaik). Из нее можно узнать ответы на важнейшие вопросы: что нужно учесть при проектировании установки, какие законы и предписания необходимо соблюдать, как наиболее эффективно использовать выработанную электроэнергию и др. В брошюре на восьми страницах приведены наглядные графики и диаграммы, общая информация по солнечной энергии и фотоэлементам, особенностям монтажа, разъяснены особые термины, такие как



«киловатт-пик» (Kilowatt Peak), «инвертор» (Wechselrichter), «солнечная ячейка» (Solarzelle) и др. Большое внимание уделено также положениям немецкого Закона об использовании возобновляемых источников энергии (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG). В конце дается информация о продукции Buderus в области гелиоэнергетики и адреса филиалов компании.

## Ariston Thermo Group

### Ariston представляет новинку



Компания Ariston Thermo Group представляет в России новые настенные двухконтурные газовые котлы BS II, которые могут использоваться в качестве автономного источника тепла для обогрева помещений и для горячего водоснабжения. В ближайшее время в продажу поступят модели тепловой мощностью 24 кВт с открытой и закрытой камерами сгорания. Новинка приспособлена для эксплуатации в российских условиях. Она устойчиво работает при давлении газа от 5 до 20 мбар. Давление используемой для системы ГВС воды на входе

в котел может составлять всего 0,2 бар, а ее минимальный расход — 1,6 л/мин. От механических примесей внутренние элементы котла защищают фильтры, установленные на линиях отопления и горячего водоснабжения. В котлах BS II имеется один газовый клапан безопасности (вместо двух, применявшихся в предыдущих версиях настенных газовых котлов Ariston) и один модулирующий клапан. Привод последнего, снабженный шаговым 24-вольтовым двигателем постоянного тока, управляется электроникой. В случае отключения электричества пружина переводит газовый клапан в положение «закрыто», прекращая подачу газа к горелке. Новое конструктивное решение трехходового клапана, переключающего подачу подогретого теплоносителя между отопительной системой и пластинчатым теплообменником, позволило уменьшить трение скольжения между клапаном и корпусом, в результате чего увеличилась надежность и срок службы этого узла. При длительном простое котла система антиблокировки защищает от заклинивания циркуляционный насос, развивающий напор до 4 м. Срок службы котлов Ariston BS II — 10 лет.

## Энергосбережение

# Немцы получают больше денег за заботу об экологии

Министерство окружающей среды Германии намерено на время смягчить условия получения компенсации в рамках «Программы стимулирования рынка возобновляемой энергии» (Marktanreizprogramm für Erneuerbare Energien — MAP). Изменения коснутся термических солнечных коллекторов, замены отопительных котлов, тепловых насосов и дровяных отопительных систем.

Базовая компенсация за солнечные коллекторы до 30 декабря 2011 г. будет увеличена до 120 €/м<sup>2</sup>. По заявкам, поданным позднее, выплаты вновь составят 90 €/м<sup>2</sup>. Бонус за замену обыкновенного отопительного котла конденсационной моделью составит в этом году €600, в следующем — €500. Точно таким же образом

изменится и вознаграждение за комбинацию «солнечная батарея плюс теплонасос» либо «солнечная батарея плюс твердотопливный котел»: €600 в этом году, €500 — в следующем. Что касается установок на биомассе, то установка дровяных отопительных котлов поощряется теперь субсидией в €1000 при условии максимальных выбросов твердых частиц не более 15 мг/м<sup>3</sup>. Все прочие выплаты по пеллетным каминам с водяным контуром, пеллетным котлам и котлам на щепе остаются без изменений. Также будут переработаны параграфы, касающиеся теплонасосов (например, снижена планка по коэффициенту температурной трансформации). Критерием выплаты компенсации за тепловой насос теперь является его мощность, а не жилая площадь здания, как прежде. Сумма выплат остается без изменений и составляет от €2400 для небольшого индивидуального дома до €114 000 для теплонасосов мощностью 100 кВт.



## Системы кондиционирования и вентиляции

# Дождевая вода лучше всего

Использование воды в системах кондиционирования — технология очень известная и используется повсеместно. Механизм таков: холод, образующийся в момент превращения воды из жидкого в газообразное состояние на поверхности испарения, передается стенкам камеры охлаждения. Теперь же ученые задумались над усовершенствованием данного процесса. Они предлагают использовать для этих целей дождевую воду, которая с успехом может составить конкуренцию водопроводной воде, применяемой в настоящее время. В качестве преимуществ дождевой воды специалисты отмечают отсутствие необходимости оплаты за потребление водопроводной воды и одновременно за отведение сточных атмосферных вод. Дождевая вода не содержит солей жесткости и не нуждается в умягчении, следовательно, экономятся средства на соответствующую фильтрационную установку и энергия на ее эксплуатацию.

Еще одной проблемой при разработке охлаждающих установок, как подчеркивает Марко Шмидт (Marco Schmidt), научный сотрудник Института, остается отсутствие в их конструкции охлаждения как такового, имеет место лишь перераспределение тепла, его перекачка из одного места в другое. Поскольку для работы установки используется электроэнергия, тепла в результате производится больше, чем холода. В природе же все устроено несколько иначе. Каждый кубометр воды, испаряясь с поверхности земли, поглощает 680 кВт·ч тепла при температуре 30 °С. Желая повторить этот природный эффект, архитектор Йоахим Эбле (Joachim Eble) в 1990–1992 годах создал во Франкфурте-на-Майне «эко-здание» общей площадью более 7000 м<sup>2</sup>. В южном крыле со стеклянным куполом протекает настоящий ручей, создаваемый циркуляционным насосом. Протекающая вода, возникающая вследствие этого циркуляция воздуха, а также размещенные вокруг растения создают естественную климатическую систему.

Фото на данной странице: компания-производитель или www.freenvalparag.com

# ZOTA®

## НОВИНКИ СЕЗОНА 2011

2011

«Z»



2011

«OZON»



КРАСНОЯРСК

2011

«VIZ»



2011

«Дымок - М»



КРАСНОЯРСК

2011

«MIX»



КРАСНОЯРСК

## ПРОСТО ТЕПЛО. ВСЕГДА.

«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)

## Шар очистит грязную воду

До трех литров питьевой воды в день может выдавать простой по конструкции, но эффективный очиститель, названный «солнечный мяч» (Solarball). Своим темным дном сферический блок «соларболла» хорошо поглощает солнечный свет. Налитая в устройство грязная вода быстро испаряется. Загрязняющие вещества отделяются от воды, которая конденсируется на стенках шара и собирается в отдельном отсеке, готовая для питья. Данная идея, к слову, идентична принципу работы «опреснителя для бедных» Watercone.



Опреснитель Solarball спроектирован дизайнером Джонатаном Лио (Jonathan Liow) из Университета Монаш (Австралия). Лио считает, что его полимерный шар отлично подходит для людей, живущих в горячем и влажном тропическом климате, т.е. в местах с ограниченным доступом к водным ресурсам. Лио с «солнечным мячом» вошел в число 28 финалистов конкурса Australian Design Awards: James Dyson Award'2011. В апреле 2011 г. Solarball появится на международном дизайнерском салоне в Милане (Salone Internazionale del Mobile). После окончания университета Джонатан отправится работать в австралийскую компанию Kinco. Она специализируется на инструментах и промышленном оборудовании. Можно только надеяться, что «солнечный мяч» не будет забыт и Kinco, либо кто-то еще, озаботится выпуском несложной, но столь полезной вещицы.

## Альтернативная энергетика

# Солнечные батареи как окна в высочайшем здании США

Чикагский небоскреб «Уиллис-тауэр» (Willis Tower) часть потребляемой энергии будет вырабатывать самостоятельно. Его стеклянные стены способны превратиться в солнечную электростанцию площадью в десятки тысяч квадратных метров, хотя пока опыт ограничится одним этажом. Если эксперимент на «Уиллис-тауэр» окажется удачным, значительная доля стекол в этой башне может быть заменена на фотоэлектрические стеклянные блоки (Photovoltaic Glass Unit — PVGU) — изобретение компании Pythagorus Solar.



Изюминка PVGU — совмещение выработки энергии с практически беспрепятственным обзором изнутри здания. Секрет заключается в призмах, которые направляют часть прямых лучей от солнца на тонкие полоски солнечных батарей, расположенные в толще стекла горизонтально. Стеклоблоки PVGU одновременно защищают комнаты от перегрева, помогают рассеянному свету освещать их и одновременно вырабатывают ток. Пробный проект развернется на 56-м этаже небоскреба. Несколько солнечных окон испытают на южном фасаде «Уиллис-тауэр». Считая любым способом — по последнему этажу, по высоте архитектурных элементов, по крыше или по кончикам антенн — здание «Уиллис-тауэр» входит в десятку высочайших сооружений мира. А еще этот небоскреб интересен своими четырьмя стеклянными балконами, выступающими из башни на высоте 412 м (на 103-м этаже).

## Rockwool инвестирует в производство

На заводе Rockwool в городе Троицке начинается новый этап модернизации, который увеличит существующие производственные мощности на 50%, а также установка нового оборудования для расширения ассортимента продукции и начала производства цилиндров из каменной ваты. Мероприятия по модернизации завода осуществляются в соответствии с принятыми инвестиционными проектами, о которых сообщалось ранее. Приобретение завода в Троицке было завершено в августе 2010 г. Уже через семь месяцев Rockwool объявил о дополнительных инвестициях, которые с учетом данных проектов составляют более €10 млн. Расширение производства позволит компании лучше удовлетворять спрос на свою продукцию на Урале, в Сибири и Казахстане. Цилиндры на основе каменной ваты сокращают энергопотери в промышленности, жилищном секторе и тепловых сетях; данная продукция особенно востребована в жилищно-коммунальной и нефтегазовой сферах. Окупаемость цилиндров для горячих труб в промышленности наступает меньше чем через 24 ч. Модернизация производственной линии будет завершена в начале апреля 2011 г.

## БИРЖА ТРУДА


**Москва, ул. Вавилова, д. 30/6**  
 resume@atlantis-tg.ru  
 тел. +7 (495) 650-00-00

В активно развивающуюся компанию приглашаются:

**Менеджеры по оптовым продажам отопительного и насосного оборудования**

**Требования:**  
 опыт активных продаж, знание рынка отопительной техники

**Условия:**  
 достойная зарплата с прогрессивной бонусной системой

**Компания «Эгопласт» приглашает продакт-менеджера**

**Требования:**

- знание систем отопления, водоснабжения, канализации, вентиляции;
- опыт работы в данной сфере от 2 лет, в идеале – опыт работы с ППР;
- английский не ниже intermediate.

**Условия:**

- офис рядом с м. «Алексеевская»;
- соцпакет, бесплатные обеды.

**Тел.: (495) 602-95-73**

# ISH'2011: энергосбережение, возобновляемые технологии и экология



В Германии в течение года из-за устаревших технологий отопления теряется тепловой энергии на сумму €16 млрд. При этом только 13% установленного оборудования является энергоэффективным и использует возобновляемые источники энергии. На сегодняшний день до 40% всей энергии расходуется в зданиях, поэтому именно здесь заключаются большие возможности ее экономии. В первую очередь это относится к системам отопления, поэтому в ЕС задача снижения потребления энергии является основной. К 2020 г. ЕС намерен добиться снижения выбросов CO<sub>2</sub> на 20%. Планируется снизить до 50% потребление энергии, которая сегодня используется для отопления зданий, за счет внедрения энергосберегающих технологий и возобновляемых источников.

Практическое движение в этом направлении можно было увидеть во Франкфурте-на-Майне с 15 по 19 марта 2011 г., где прошла выставка ISH'2011. Это крупнейшая международная выставка сантехни-

ческого оборудования, отопительных систем, кондиционирования и возобновляемых технологий в строительной индустрии. Основной посыл этой выставки — энергосбережение, возобновляемые технологии и экология. В выставке приняли участие 2355 производителей, более 200 тыс. специалистов посетили эту выставку, где смогли ознакомиться с последними достижениями с применением энергосберегающих



технологий, возобновляемых источников энергии, а также тепловые насосы и биомасса. Закончившаяся выставка ISH'2011 показала явную ориентацию строительных технологий на будущее. В ближайшем будущем здания будут не только экологически чистыми и потреблять мало энергии, при этом предоставляя значительно более высокий уровень комфорта людям. Следующая ISH состоится во Франкфурте-на-Майне с 12 по 16 марта 2013 г.



## Ванная комната будущего

На прошедшей во Франкфурте выставке ISH Немецкое объединение предприятий сантехнической промышленности (Vereinigung der Deutschen Sanitärwirtschaft e.V. — VDS) провела тематический форум «Ванна — тенденции будущего». Три серии фотографий демонстрировали сантехнические приборы, размещенные в неожиданных местах: на заброшенной фабрике, в оранжерее и в замке. Эти архитектурные объекты символизируют три образа жизни современного человека — городская суета, слияние с природой и стремление к солидности и роскоши. Серии получили названия, соответственно, «Ванная комната в интерьере — шаг от стены» (Bathroom Interior — weg von der Wand), «Зеленая ванная комната — назад к природе» (Green Bathroom — zurück zur Natur) и «Просто ванная комната — проще некуда» (Easy Bathroom — einfacher geht's nicht!).

**ИНТЕРМА**  
СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Приглашаем на работу

**СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ПРОДАЖАМ (РАЗВИТИЮ)** систем отопления/водоснабжения с опытом работы в данном направлении. Достойный уровень З/П. Обращаться тел: +7 (495) 780-7000 доб. 7835 E-mail: goryacheva@interma.ru www.interma.ru

**БАУТЕРМ**

Сеть магазинов отопления «Баутерм» приглашает на постоянную работу

**МЕНЕДЖЕРОВ ПО ПРОДАЖАМ** с опытом розничных продаж и знанием отопительной и насосной техники

- оклад + бонусы от личных продаж
- корпоративное обучение
- большие возможности для развития и роста

Тел. +7 (499) 135-97-26, e-mail: personal@bautherm.ru  
Подробности о наших вакансиях на www.bautherm.ru

**РУСКЛИМАТ**

приглашает на работу **РУКОВОДИТЕЛЯ НАПРАВЛЕНИЯ**

М/ж, 22-35 лет, в/о, опыт работы от 2-х лет (отопление, водоснабжение, кондиционирование, бытовая техника, сантехника, инструмент, строительные материалы), знание методов продвижения продукта, опыт организации рекламных мероприятий, знание основ ценообразования, ПК - опытный пользователь, аналитический склад ума, активность, коммуникабельность.

Офис: м. Водный стадион. Доход: высокий, льготное питание, оформление согласно ТК, пятнадцатка, 10.00-19.00

Муравьева Анна (495) 777-19-67/74 доб. 1749; E-mail: muravieva\_a@rusklimat.ru

**ГИДРОСЕРВИС**

Авторизованный сервисный центр котельного оборудования Viessmann, Vaillant, Protherm, Biasi приглашает на работу:

- наладчиков котельного оборудования
- инженера по системам водоподготовки
- инженера-проектировщика внутренних инженерных систем

Подробности по тел. +7 (495) 665-05-04  
Резюме на e-mail: service@hydroservice.ru

**ADL** В ОСНОВЕ УСПЕШНОЙ ЖИЗНИ!

**Приглашаем инженеров:** по продажам оборудования оказанию техподдержки развитию и продвижению сервисному обслуживанию

ТК РФ, профессиональный и карьерный рост, сложные и интересные проекты, корпоративное обучение, соцпакет.

www.adl.ru

**Компания "Терморос" приглашает:** Менеджеров по развитию продаж в регионах

Требования:

- опыт активных продаж
- знание рынка отопительного оборудования
- готовность к командировкам

Условия:

- оклад + бонус

Резюме высылать на адрес: hr@termoros.com

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

# Во всем мире профессионалы выбирают пресс-системы Viega



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

Немецкая компания Viega предлагает трубопроводные системы из меди, бронзы, нержавеющей стали и оцинкованной стали для воды, отопления и газа.

Фитинги Viega – лучшие по технологии исполнения, надежности в монтаже и эксплуатации. Абсолютно все фитинги проходят 100% контроль качества, а также тест на герметичность.



## Пресс-системы Viega.

По каждой трубной пресс-системе фирма Viega предлагает полный ассортимент оригинальных пресс-фитингов: тройники, уголки, муфты, а также запорную арматуру на пресс-соединениях.

**Profipress:** пресс-фитинги из меди и бронзы для воды;

**Profipress G:** пресс-фитинги из меди и бронзы для газа;

**Sanpress Inox:** пресс-фитинги и трубы из нержавеющей стали;

**Prestabo:** пресс-фитинги и трубы из оцинкованной стали.

**Диаметры DN от 12 до 108 мм** позволяют проектировщику рассчитать любые, самые сложные варианты соединения.



**Монтаж** металлических пресс-систем на удивление прост. Главный аргумент в пользу этих систем – это инновационная и надежная техника «холодной» опрессовки и самый лучший пресс-инструмент.

**Pressgun** – новое поколение пресс-инструментов компании Viega, легче, удобнее и производительнее прочих аналогов. Как питаемые от электрической сети, так и аккумуляторные инструменты опрессовывают фитинги диаметрами от 12 до 108 мм всего лишь за **3-4 секунды**, за один рабочий цикл.

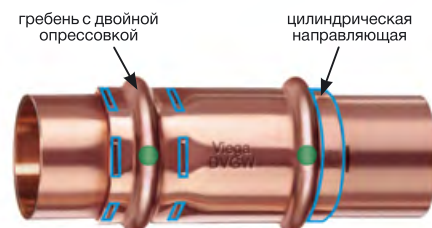


Универсальные пресс-губки подходят для всех систем фирмы Viega. Пресс-системы Viega экономят время монтажа, обеспечивают качество и абсолютную надежность.

## Двойная опрессовка – двойная надежность.

Пресс-фитинги Viega опрессовываются за один прием перед и за гребнем – двойная безопасность при максимальных нагрузках. Также пресс-фитинги Viega имеют перед гребнем цилиндрическую направляющую, которая предотвращает перекосы труб и повреждение уплотнительного кольца.

Пресс-системы Viega обладают уникальным преимуществом в надежности по сравнению с аналогичной продукцией. Это различие заключается в наличии **запатентованного контура безопасности SC-Contur** – микропаза внутри фитинга, отмаркированного на выпуклости гребня.



Все пресс-фитинги фирмы Viega имеют контур безопасности **SC-Contur**. Если в процессе монтажа фитинг забыли опрессовать или опрессовали неправильно, то при испытании давлением из неопрессованного соединения потечет вода. При испытании воздухом падение давления будет видно на манометре. «Забытый» фитинг опрессовывается в считанные секунды. И надежная эксплуатация системы гарантирована. Опрессованные соединения являются неразъемными, в т.ч. на силовое растяжение, на весь срок эксплуатации.



Металлические пресс-системы Viega применяются как в жилищном, так и промышленном строительстве, судостроении. Они предназначены для монтажа во всех частях зданий: от подвала через стояки до поэтажной разводки.

Кроме того, с помощью пресс-систем Viega можно установить солнечные коллекторы, системы пожаротушения, трубопроводы для транспортировки сжатого воздуха и различных газов, системы водяного охлаждения, теплоснабжения и паропроводные системы низкого давления... На линиях покраски в автомобилестроении используются специальные фитинги системы «Profipress».



# Пресс-системы Viega: один способ соединения для всех трубопроводных систем.

Для надежного и чистого  
монтажа газопроводов:  
**Viega Profipress G**

Нержавеющая сталь для  
монтажа гигиеничных  
трубопроводов питьевой воды:  
**Viega Sanpress Inox**

Металлополимерные  
трубы максимально удобны  
при монтаже систем  
отопления и водоснабжения:  
**Viega Pexfit Pro**



Экономично: оцинкованная  
сталь для систем отопления:  
**Viega Prestabo**

Идеально для монтажа  
трубопроводов питьевой  
воды и систем отопления:  
**Viega Profipress**

Надежно: бронза для  
применения в жилых домах  
и в промышленности:  
**Viega Sanpress**

**Viega. Всегда свежие идеи!** Одного пресс-инструмента достаточно для быстрых и надежных соединений. Контур безопасности SC-Contur гарантирует надежность монтажа, а широкий ассортимент изделий позволит Вам смонтировать любую систему. Дополнительная информация: Тел./Факс: (495) 961 02 67 · info-mos@viega.ru · www.viega.ru



Pressgun Picco

**viega**



## О требованиях к качеству полиэтиленовых трубопроводов

Трубная продукция, сопутствующие материалы и изделия, инструмент и средства малой механизации перед использованием в деле следует подвергать непосредственно на объекте строительства трубопроводов внешнему осмотру с целью определения соответствия их проектной документации и обнаружения механических повреждений в процессе их транспортирования.

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

На современном этапе для качественного, производительного и безопасного производства работ необходимо строго и своевременно выполнять целый ряд основных требований. Во-первых, трубная продукция, сопутствующие материалы и изделия, инструмент и средства малой механизации перед использованием в деле следует, подвергать непосредственно на объекте строительства трубопроводов внешнему осмотру с целью определения соответствия их проектной документации и обнаружения механических повреждений в процессе их транспортирования. Кроме того, следует производить входной контроль качества по основным их размерам, характеристикам и соответствия данным технических паспортов. Например, документ о качестве, сопровождающий каждую партию труб, содержит: наименование и/или товарный знак предприятия-изготовителя, номер партии и дату изготовления, условное обозначение трубы (детали), размер партии в метрах (штуках), марку сырья, условия и сроки хранения, результаты испытаний или подтверждение о соответствии качества требованиям нормативной документации.

Качество полиэтиленовых труб должно соответствовать требованиям, указанным в ГОСТ 18599–2001 с изменениями №1 (табл. 1), что должно быть проверено в предварительных лабораторных испытаниях. Контроль качества на соответствие стандарту проходит путем механического испытания соответствующих образцов, изготовленных из отрезков полиэтиленовых труб, на разрывных машинах на осевое растяжение (относительное удлинение при разрыве) в аттестованных лабораториях. В соответствии с требованиями образцы трубы должны показать в ходе испытаний необходимую величину удлинения (не менее 350 %) до разрыва.

Полиэтиленовые трубы должны быть с гладкими наружными и внутренними поверхностями. Допускаются незначительные продольные полосы и волни-

стость, не выходящие толщину стенки трубы за пределы допуска. На наружной/внутренней/торцевой поверхностях труб не допускаются пузыри, трещины, раковины, посторонние включения, видимые глазом. Цвет труб — черный, черный с синими продольными полосами в количестве не менее четырех равномерно расположенных по окружности трубы или синий, оттенки которого не регламентируются. Внешний вид поверхности труб и торцов должен соответствовать контрольному образцу.

**Нужно убедиться в том, что трубная продукция выпущена в соответствии с нормативно-технической документацией**

Перед проведением входного контроля качества следует проверить сопроводительную документацию на полиэтиленовые трубные изделия. Сверить ее с нанесенной на полиэтиленовые трубы маркировкой — должно быть их полное соответствие друг другу. При проведении входного контроля качества следует проверять визуально внешний вид полиэтиленовых трубных изделий на соответствие установленным показателям. Индикатором часового типа ИЧТ-100 следует измерить глубину маркировки и повреждений наружной поверхности (она должна быть < 0,7 мм), а штангенциркулем — минимальную и максимальную толщину стенок на торце труб, полученные величины не должны выходить за установленные пределы (табл. 2). Рулеткой измерить максимальный и минимальный внутренние диаметры на торцах трубы — разность между ними не должна выходить за установленные пределы (табл. 3). Рулеткой также измеряется длина окружности  $L_{окр}$  в любом поперечном сечении полиэтиленовой трубы — полученная величина не должна выходить за установленные границы (табл. 3).



Проведение входного контроля обязательно и призвано установить пригодность труб и соединительных деталей для монтажа трубопровода. Необходимо убедиться в том, что трубная продукция выпущена в соответствии с нормативно-технической документацией; имеется паспорт качества (сертификат, протокол испытаний) завода-изготовителя или маркировка труб, не нарушены условия хранения или транспортирования. Для проведения испытаний отбор проб производится согласно требованиям нормативных документов, по которым изготавливалась и поставлялась продукция.

Во-вторых, должны строго соблюдаться общие и специальные требования к организациям, выполняющим монтажные работы на подземных полиэтиленовых трубопроводах систем водоснабжения и водоотведения.

Общие и специальные требования к организациям, выполняющим работы по строительству и реконструкции напорных и безнапорных сетей в условиях, например, московского региона регламентируются комплексом организационно-технических мероприятий, цель реализации которых заключается в обеспечении необходимой степени надежности работы полиэтиленовых трубопроводов и находящихся в их составе сооружений и оборудования. Организационно-технические мероприятия базируются на прогрессивных методах управления производственными процессами, современных технических возможностях, при условии достаточного финансирования выполняемых работ.

Техническая эксплуатация полиэтиленовых трубопроводных сетей должна, как правило, включать: систему планово-предупредительного ремонта полиэтиленовых трубопроводов, сооружений и оборудования; реконструкцию и модернизацию полиэтиленовых трубопроводов, сооружений и оборудования; локализацию и ликвидацию аварий на полиэтиленовых трубопроводах, а также их последствий, техническое обслуживание трубопроводной сети; обеспечение сохранности полиэтиленовых трубопроводов, сооружений и оборудования и постоянный надзор за эксплуатацией полиэтиленовых трубопроводов, сооружений и оборудования напорных и самотечных систем с целью своевременного принятия мер по поддержанию их работоспособности.

Для устранения брака, произошедшего в процессе строительства полиэтиленового трубопровода, должны применяться технологии, согласованные с заказчиком, проектной организацией и заводом — изготовителем полиэтиленовых труб, с уведомлением проектной и эксплуатирующей организаций.

При небольшом механическом повреждении полиэтиленовых труб дефектное место следует заделать в соответствии с требованиями регламента завода-изготовителя. Для удаления поврежденного участка его следует вырезать. Резку полиэтиленовых труб можно производить любым способом. После резки поверхности концов полиэтиленовых труб должны быть очищены. Торцы цилиндрической части должны быть перпендикулярны ( $\pm 0,5^\circ$ ) продольной оси труб. Бракованные участки трубопроводов следует заменить путем сварки с использованием подвижных муфт с ЗН (закладным нагревателем) новых отрезков труб из такого же класса полиэтилена и с такими же показателями SDR.

Для проведения работ, связанных с новым строительством и с восстановлением водопроводных и водоотводя-



## ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ОТОПЛЕНИЕ RAUTITAN

### ОДНА ТРУБА ДЛЯ ХОЛОДНОЙ И ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

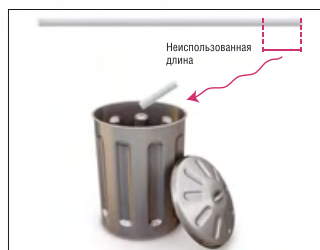
Новое поколение трубопроводной системы REHAU RAUTITAN позволит Вам максимально быстро и удобно выполнить установку внутренней сети отопления и водоснабжения в соответствии с самыми строгими требованиями к качеству.



Долговечность –  
более **50 лет!**



Экономия времени  
монтажа до **40%!**



На **25%** меньше расход  
материала!



Риск рабочей ошибки  
сведен к **0!**

На правах рекламы.

Посетите наш стенд на выставке АКВА-ТЕРМ 2011!

Требования к качеству полиэтиленовых труб (ПТ)\*

табл. 1

Наименование показателя		При начальном напряжении [МПа] в стенке трубы из полиэтилена		
		ПЭ-63	ПЭ-80	ПЭ-100
Стойкость при постоянном внутреннем давлении при температуре [°C], более [час] (при температуре, °C)	100 (20)	8,0	9,0	12,4
	165 (80)	3,5	4,6	5,5
	1000 (80)	3,2	4,0	5,0
Глубина клеймения		< 0,7 мм		

Допустимые толщины стенок ПТ\*\*

табл. 2

DN, мм	e [мм] для SDR (SDR — отношение наружного диаметра D к толщине стенки e)										
	41	33	26	21	17,6	17	13,6	11	9	7,4	6
355	8,7–8,8	10,9–12,1	13,6–15,1	16,9–18,7	20,1–22,3	21,1–23,4	26,1–28,9	32,2–35,6	39,7–43,8	48,5–52,5	59,0–65
400	9,8–10,9	12,3–13,7	15,3–17	19,1–21,2	22,7–25,1	23,7–26,2	29,4–32,5	36,3–40,1	44,7–49,3	54,7–60,3	66,4–73,2
450	11,0–12,2	13,8–15,3	17,2–19,1	21,5–23,8	25,5–28,2	26,7–29,5	33,1–36,6	40,9–45,1	50,3–55,7	61,5–67,8	–
500	12,3–13,7	15,3–17	19,1–23,2	23,9–26,4	28,3–31,3	29,7–32,8	36,8–40,6	45,4–50,1	55,8–61,5	68,3–75,3	–
560	13,7–15,2	17,2–19,1	21,4–23,7	26,7–29,5	31,7–35	33,2–36,7	41,2–45,5	50,8–56,1	62,5–68,9	–	–
630	15,4–17,1	19,3–21,4	24,1–26,7	30,0–33,1	35,7–39,4	37,4–41,3	46,3–51,1	57,2–63,1	70,3–77,5	–	–
710	17,4–19,3	21,8–24,1	27,2–30,1	33,9–37,4	40,2–44,4	42,1–46,5	52,2–57,6	64,5–74,2	–	–	–
800	19,6–21,7	24,5–27,1	30,6–33,8	38,1–42,1	45,3–50,2	47,4–52,4	58,8–64,8	72,6–83,5	–	–	–
900	22,0–24,3	27,6–28,5	34,4–38	42,9–47,3	51,0–56,2	53,3–58,8	66,1–72,9	–	–	–	–
1000	24,5–27,1	30,6–33,8	38,2–42,2	47,7–52,6	56,6–62,4	59,3–65,4	–	–	–	–	–
1200	29,4–32,5	36,7–40,5	45,9–50,6	57,2–63,1	68,0–74,9	71,1–78,4	–	–	–	–	–
1400	34,3–37,9	42,9–47,3	53,5–59	66,7–73,5	–	–	–	–	–	–	–

\* Выборка из [1]. \*\* Выборка из [2].

щих трубопроводов должны привлекаться специализированные организации, предприятия и фирмы на основе конкурсов с соответствующей квалификацией, имеющие опыт прокладки полимерных трубопроводов (ремонтно-восстановительных работ на водоотводящих сетях). Приоритет должен отдаваться тем организациям, предприятиям и фирмам, которые имеют сертификат на систему качества стандартов ISO 9000:2000, сертификат соответствия на прокладку новых полиэтиленовых трубопроводов (услуги по восстановлению и прокладке водопродных и водоотводящих сетей бестраншейными методами), выданный органами по сертификации, аккредитованными Федеральным агентством по технической регуляции и метрологии РФ.

При проведении монтажных работ, например, по восстановлению трубопроводов полиэтиленовыми трубами следует использовать только сертифицированное оборудование. На все виды применяемых материалов и добавок также необходимо иметь сертификаты соответствия и гигиенические. Требования по сертификации конкретного оборудования для выполнения работ должны соответствовать документу «Номенклатура продукции и услуг (работ), в отношении которых законодательными актами РФ предусмотрена их обязательная сертификация».

Технические условия, например, на проведение восстановительных работ с использованием полиэтиленовых труб на водопроводных и водоотводящих

трубопроводах должны быть согласованы с заказчиком. Документация (техническая, эксплуатационная, исполнительная) по прокладке и реконструкции трубопроводов полиэтиленовыми трубами подлежит постоянному хранению в архивах заказчика и проводившей работы строительной организации.

Наличие у исполнителей и строгое выполнение ими технологического регламента на производство соответствующих видов работ, независимо от применяемых традиционной траншейной или бестраншейной технологий, при строительстве и/или восстановлении водопроводно-водоотводящих сетей с использованием полиэтиленовых труб должно тщательно контролироваться эксплуатационными службами.

Технологический регламент на производство работ на конкретном объекте утверждается вышестоящей организацией или заказчиком.

**Общие и специальные требования к организациям, выполняющим монтажные работы на подземных полиэтиленовых трубопроводах должны строго соблюдаться**

В технологическом регламенте производства работ по строительству, восстановлению или реконструкции сетей должны приводиться следующие сведения: перечень и сущность подготовительных работ, где должны определяться сроки представления исполнителям работ полной технической документации на восстанавливаемый трубопровод; здесь указывается соответствие данных проектной и исполнительной документации, отражаются особенности, выявленные в процессе эксплуатации (например, характер дефектов), а также тип грунта и наличие других инженерных коммуникаций в месте проведения работ.

К подготовительным работам относится также визуальный осмотр трассы с уточнением мест отключения трубопровода, наличия и состояния колодцев и камер, выбор оптимальных мест

Допустимые овальность и длины окружностей поперечных сечений ПТ (выборки из изменений в [2])

табл. 3

DN, мм		355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1200	1400
$D_{max} - D_{min}$ , мм		12,5	14,0	15,6	17,5	19,6	22,1	24,9	28,0	31,5	35,0	42,0	49,0
$L_{окр}$ , мм	max	1114,7	1256	1413	1570	1758,4	1978,2	2229,4	2512	2826	3140	3768	4396
	min	1121,6	1263,5	1421,5	1579,4	1769,1	1990,1	2249,5	2534,6	2851,4	3168,3	3801,9	4435,6

доступа к санируемому трубопроводу в зависимости от расположения инженерных коммуникаций с определением длин и количества рабочих участков.

В случае реализации бестраншейных методов ремонта с предварительным разрушением старых трубопроводов и протяжкой в них новых — полиэтиленовых, а также при любых потенциальных вскрышных земляных работах на трассе (уширение колодцев, устройство промежуточных котлованов, лазов и т.д.) в перечне требуется наличие геоподосновы и документация по согласованию работ с соответствующими организациями; перечень необходимого и применяемого в каждом конкретном случае технологического оборудования, механизмов, приборов и СММ; порядок выполнения работ по санации (т.е. описание последовательности проведения технологических процессов, начиная от перекрытия трубопровода, отрывки котлованов, обработки внутренней поверхности ветхого трубопровода и заканчивая контролем качества санации и приемкой трубопровода в эксплуатацию); требования по технике безопасности и охране окружающей среды с инструкциями для всех рабочих профессий; требования безопасности при ремонте водопроводных и водоотводящих сетей должны соответствовать Правилам по технике безопасности при эксплуатации водопроводно-канализационного хозяйства с ежедневным оформлением для рабочих наряда-допуска на соответствующую работу; для обеспечения синхронности действий на объектах санации должны применяться портативные радиостанции; перечень используемой нормативно-технической документации (СНиП, ГОСТы, СП, ТУ, СН и др.); перечень соответствующих методик (по расчету и приготовлению рабочих растворов и добавок и др.) и памяток (по проведению сварочных, монтажных и др. технологических процессов); перечень сертификатов соответствия на оборудование и применяемые материалы; сведения о составе бригад и квалификации персонала, выполняющего соответствующие работы.

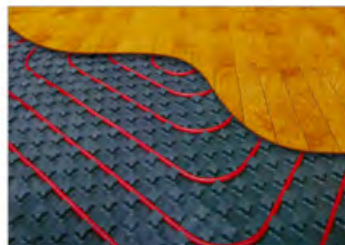
В-третьих, при производстве работ по прокладке трубопроводов водоснабжения (напорной канализации), водостоков (самотечной канализации) с использованием полиэтиленовых труб особое внимание должно уделяться требованиям безопасности и охраны окружающей среды. Необходимо строго соблюдать требования [3], включая изменения, касающиеся погрузочно-разгрузочных, земляных гидравлических и пневматических испытаний (в части установления опасных зон). Складирование полиэтиленовых труб, соединительных частей, ж/б колец, строительных изделий и материалов для устройства колодцев и бетонных (ж/б) опор должно осуществляться с учетом требований разделов соответствующих технических условий и других норм на них. Манипуляции при погрузке и разгрузке полиэтиленовых труб, соединительных частей, ж/б колец и других строительных изделий должны производиться с использованием инвентарных грузозахватных приспособлений (стропов, мягких полотенец, траверсов, захватов и т.п.) с учетом особенностей применяемых подъемно-транспортных механизмов. При перемещении грунта, полиэтиленовых труб, ж/б колец и т.п. работники должны находиться в безопасной зоне проведения работ.

На трассе строительства трубопровода из полиэтиленовых труб необходимо предусматривать устройство над траншеями переходов для пешеходов и, при необ-



## ВОДЯНОЙ ТЕПЛЫЙ ПОЛ РЕHAU ВЫГОДНО ДЛЯ ВАС, НАДЕЖНО ДЛЯ ЗАКАЗЧИКА

Красная труба REHAU RAUTHERM S из сшитого полиэтилена PE-Xa создана специально для систем водяного «теплого пола». Она обладает высокой прочностью, устойчива к высоким температурам (до 95°C) и давлению (до 6 бар) и идеально работает под большинством видов напольных покрытий.



Укладка под паркет – возможна

В 4 раза быстрее монтаж



25% экономия на материале за счет большей теплоотдачи труб



Минимальный радиус изгиба – 5 наружных диаметров трубы

Получите дополнительную информацию по телефону горячей линии или отправьте запрос специалисту REHAU по электронной почте:

Горячая линия: 8 800 555 33 55

E-Mail: [contact-rus@rehau.com](mailto:contact-rus@rehau.com)

Сайт: [www.rehau.ru](http://www.rehau.ru)

ходимости, проезда транспорта. На время строительства траншея должна быть ограждена барьером высотой 1 м, обозначенным предупредительными таблицами, а ночью — освещенным предупредительными огнями. С целью обеспечения условий для последующего контроля, при необходимости, трубопроводной трассы во время выполнения засыпки над полиэтиленовым трубопроводом рекомендуется поместить ленту или сетку с впаянной сигнализационной проволокой.

Работа на любых строительных машинах должна производиться лицами, имеющими специальное на это разрешение и только в соответствии с проектом производства трубоукладочных работ. Использовать в работе разрешается только исправные машины, инструменты, приспособления и средства малой механизации СММ, что должно проводиться в установленном порядке с указанием сроков, оговоренных в техпаспортах. Необходимо постоянно следить за состоянием откосов при работе людей в нераскрепленных траншеях и котлованах, а в раскрепленных — за элементами креплений. Все рабочие, перед тем как приступить к работе, должны пройти полный инструктаж по технике безопасности (вводный, первичный, повторный, внеплановый и текущий).

При хранении полиэтиленовых труб, соединительных частей, железобетон-

**Технологический регламент на производство работ на конкретном объекте утверждает вышестоящей организацией или заказчиком**

ных колец колодцев и др. материалов на объекте строительства и на месте монтажа следует соблюдать правила противопожарной безопасности [4]. Запрещается разводить огонь и проводить огневые работы в непосредственной близости (не ближе 2 м) от бытовок, складов, хранить рядом горючие и легковоспламеняющиеся жидкости. При пожаре следует использовать обычные средства пожаротушения, а в закрытом помещении пользоваться противогазами марки БКФ [5].

При проведении гидравлических испытаний трубопроводов из полиэтиленовых труб давление следует поднимать постепенно. Запрещается находиться перед заглушками, в зоне временных и постоянных опор и упоров. При осмотре колодцев (камер) необходимо открыть все люки, проверить их газоанализатором на загазованность. Категорически запрещаются попытки проверки загазованности зажженной спичкой, горящей бумагой или пламенем горелки. Испытания полиэтиленовых трубопроводов следует прерывать во всех случаях, угрожающих безопасности работников.

При проведении испытаний трубопроводов из полиэтиленовых труб участники всех видов работ должны находиться на безопасном расстоянии от возможного места разрушения труб, а обнаруженные дефекты можно устранять только после снятия давления.

Полиэтиленовые трубы и соединительные части нетоксичны, а также взрыво-, электро- и радиационно-безопасны. Специальных мер безопасности при монтаже и в течение всего срока службы напорных и самотечных трубопроводов с полиэтиленовыми трубами и соединительными частями не требуется. Меры по охране окружающей среды должны соответствовать территориальным требованиям.

Отходы полиэтиленовых труб следует использовать для дальнейшей переработки по специальной технологии. Отходы железобетонных колец следует вывозить на заводы для переработки или на захоронение в места, согласованные с территориальными органами Роспотребнадзора. Непригодные для вторичной переработки отходы подлежат уничтожению в соответствии с санитарными правилами и нормами, пред-

усматривающими порядок накопления, транспортирования, обезвреживания и захоронения промышленных отходов.

Трубопроводы из полиэтиленовых труб, выведенные из эксплуатации и которые подлежат утилизации, следует доставить на завод-изготовитель полиэтиленовых изделий для дальнейшей вторичной переработки. Утилизация ветхих полиэтиленовых труб может быть осуществлена путем дробления с последующим использованием полученного материала в качестве вторсырья при изготовлении неконструкционных и бытовых (декоративных) изделий.

Без согласования с соответствующей организацией не допускается производить рытье траншей (котлованов) и т.п. на расстояниях менее 2 м от стволов деревьев и 1 м от кустарников. Запрещается перемещение грузов кранами на расстоянии ближе 0,5 м от кроны или стволов деревьев. Не допускается складирование полиэтиленовых труб и других изделий на расстоянии менее 2 м от стволов деревьев без временных ограждающих или защитных устройств вокруг них.

Промывку трубопроводов систем водоснабжения следует выполнять с повторным использованием воды. Слив воды из трубопроводов после проведения испытаний и дезинфекции производить в места, предусмотренные ППР.

Территория по завершении строительства трубопроводной сети должна быть очищена и восстановлена согласно проекту.

В заключение следует признать то, что рассмотренные положения не охватывают полностью всего комплекса вопросов, влияющих каким-то образом на эффективность использования полиэтиленовых труб и надежность построенных либо восстановленных трубопроводов водоснабжения и водоотведения с их помощью [6]. Кроме того, продолжают работать специалистами ГУП «НИИМосстрой», ГУП «Мосводоканал», ОАО «МосводоканалНИИпроект», компании «Группа Полипластик» и др. работы в этом направлении. Об их результатах широкая научно-техническая общественность будет своевременно информироваться в последующих номерах журнала. ●

1. ГОСТ 18599–2001. Трубы напорные из полиэтилена.
2. Изменение №1 к ГОСТ 18599–2001.
3. СНиП 12.04–2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. «Строительное производство».
4. ГОСТ 12.1.004–76. Пожарная безопасность. Общие требования.
5. ГОСТ 12.121.4–83. Противогазы.
6. Храменков С.В., Примин О.Г., Отставнов А.А. Использование полиэтиленовых труб для систем водоснабжения и водоотведения. — М.: «Современная полиграфия», 2010.



У тепла есть имя

На правах рекламы.

## Стальные шаровые краны для систем теплоснабжения

Шаровые краны **BROEN BALLOMAX®** разработаны для трубопроводов централизованного теплоснабжения, охлаждения, газораспределения, минеральных масел. **BROEN BALLOMAX®** гарантия качества и надёжности, а также это самый широкий продуктовый ряд в отрасли, который включает в себя не только различные виды присоединений, но и позволяют изготавливать краны с любой высотой штока для подземной прокладки трубопровода.

САНИТАРНО-  
ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ

РЕГУЛИРУЮЩАЯ  
АРМАТУРА

ТЕПЛО-  
СНАБЖЕНИЕ  
И ГАЗ

КРАНЫ  
ДЛЯ  
ЛАБОРАТОРИЙ

АВАРИЙНЫЕ  
ДУШИ

ООО "БРОЕН"  
109129 Москва ул. 8-я Текстильщиков 11/2  
Тел./Факс: (495) 228 11 50

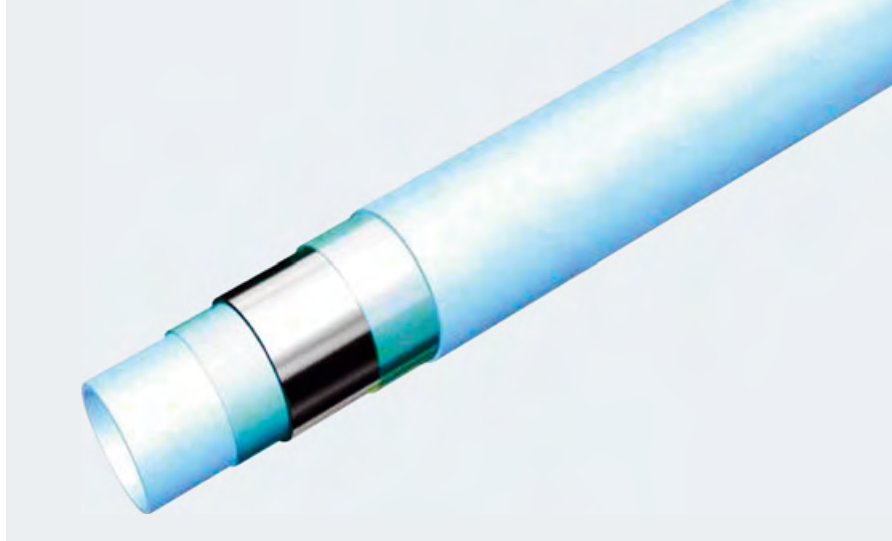
[www.broen.ru](http://www.broen.ru)



**BROEN BALLOMAX®**

# BROEN

INTELLIGENT FLOW SOLUTIONS



# Конструктивно-прочностная специфика металлополимерных труб

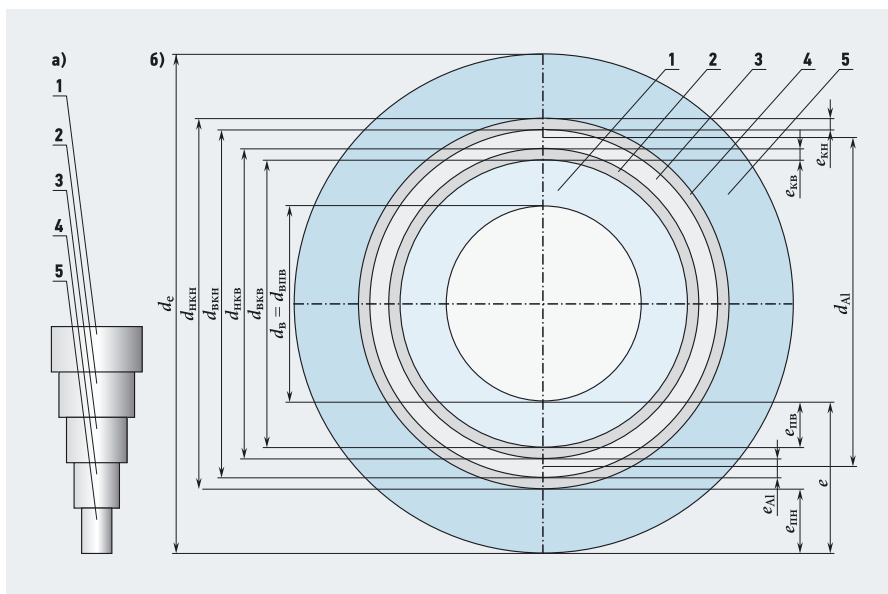
Металлополимерные трубы (далее — МПТ) изготавливаются [1] из сердцевины в виде продольношовной сварной алюминиевой трубы, размещаемой между экструдированными внутренним и внешним слоями из полиэтилена ПЭ (сшитого полиэтилена СПЭ) с клеевой связкой между ними (рис. 1, табл. 1). Такая конструкция во многом определяет конструктивно-прочностную специфику МПТ как основного элемента напорного трубопровода.

Каждый слой стенки МПТ характеризуется собственными размерными параметрами (табл. 2). Материал каждого слоя должен отвечать предъявляемым требованиям по техническим показателям (разрушающему напряжению  $\sigma$  и модулю упругости  $E$  при растяжении, коэффициенту температурного линейного удлинения  $\alpha$ ).

В стандартах, например, в американском национальном стандарте [2] устанавливаются требования к полиэтилену, сшитому полиэтилену, клеящей связке и алюминию. Для алюминиевого слоя МПТ (1-го, 2-го и 4-го классов) прочность на разрыв должна быть не менее 80 Н/мм<sup>2</sup>, а удлинение при разрыве — не менее 22%. Для 3-го класса прочность на разрыв — не менее 60 Н/мм<sup>2</sup>, а удлинение при разрыве — не менее 35%. Плотность клеящего полимера (низкомолекулярный полиэтилен с различным содержанием сомономера) — не менее 0,915 г/см<sup>3</sup>. Для труб классов 1 и 2

температура плавления должна быть не менее 120 °С, а классов 3 и 4 — составлять не менее 100 °С.

Проведенные расчеты показали, что значения разрушающих внутренних давлений для каждого слоя, в случае нагружения отдельно от остальных слоев, значительно отличаются друг от друга (табл. 3). Как видно из этой таблицы, при условии противодействия внутренним давлениям каждым слоем порознь МПТ смогли бы сопротивляться внутренним давлениям, указанным в строке со знаком  $\Sigma$ . В силу конструктивно-прочностной специфики МПТ этого не происходит в действительности. Ведь нагружение слоев в стенке МПТ как трубной конструкции происходит иначе (табл. 4). Как видно (табл. 5) из сравнения данных табл. 3 и 4, прочностные ресурсы слоев при разрушении стенки МПТ используются частично; 100%-е использование характерно только для алюминиевого слоя.



⚡ **Рис. 1.** Металлополимерная труба (а — общий вид; б — поперечное сечение со слоями: 1 и 5 — наружный и внутренний полимерные, 2 и 4 — наружный и внутренний клеевые, 3 — алюминиевый;  $e_{пн}$ ,  $e_{пв}$ ,  $e_{ал}$ ,  $e_{кв}$ ,  $e_{кн}$  — толщины наружного и внутреннего полимерных, алюминиевого, внутреннего и наружного клеевых слоев;  $d_e$ ,  $d_{нпк}$ ,  $d_{вкн}$ ,  $d_{нпв}$ ,  $d_{впв}$ ,  $d_{нкв}$ ,  $d_{впв}$ ,  $d_{нпк}$  и  $d_{ал}$  — диаметры наружный и внутренний МПТ, наружный и внутренний клеевых, внутренний и наружный полимерных, средний алюминиевого слоев;  $P$  — внутреннее давление в трубе)

**Авторы:** А.А. ОТСТАВНОВ, к.т.н., ведущий научный сотрудник; В.А. УСТЮГОВ, к.т.н., директор ГУП «НИИ Мосстрой»; А.С. ОБУХОВ, д.т.н.

Думается, что аналогичная картина будет характерна для МПТ и других классов. Если же осторожно продолжить данную логику, то такая же картина будет характерна и для других МПТ, например, для рекомендуемых к использованию в холодном и горячем водоснабжении (СП 40-103-98) и отоплении (СП 41-102-98). Ведь плотность армирования  $100e_{Al}/e$  [%] стенок МПТ ( $P_{Al} = 8\%$  — для диаметра 20 мм и  $P_{Al} = 19,2\%$  — для диаметра 60 мм), указанных в обоих Сводах Правил [4, 5], примерно такая же, как и у рассматриваемых МП ( $P_{Al} = 12,44\%$  — для диаметра 16 мм и  $P_{Al} = 25\%$  — для диаметра 50 мм). В принципе, имеется возможность более полного использования прочностного ресурса слоев стенки МПТ.

Расчетная схема (рис. 2) представлена [6] с учетом нагружения МПТ внутренним давлением и температурой. В расчете приняты следующие допущения:

- рассматривается плоская задача в виду сравнительно с поперечным размером большой протяженности трубы;
- труба считается тонкостенной, что определяется условием:

$$\sum_{i=1}^n \frac{e_i}{D} \leq 0,1, \quad (1)$$

где  $e_i$  — толщина стенки  $i$ -го слоя трубы;  $n$  — число слоев;  $D$  — базовый диаметр поперечного сечения трубы;

- принимается, что температура слоя постоянна и равна средней температуре слоя в виду сравнительно малой толщины стенки слоя (слой клея в расчет

⊞ Характеристика МПТ (выборка из [2])

табл. 1

Класс	Материал слоев					Область применения
1	СПЭ	клей	Al	клей	ПЭ	повышенные температуры и давления
2	СПЭ	клей	Al	клей	СПЭ	повышенные температуры и давления и улучшенная сопротивляемость внешней среде
3	ПЭ	клей	Al	клей	ПЭ	более низкие номинальные температуры и давления
4	ПЭ	клей	Al	клей	СПЭ	низкие температуры, в частности, для транспортировки газа

⊞ Размеры МПТ, мм (выборка из [2])

табл. 2

Наружный диаметр $d_e$		Толщина стенки $e$		Толщина слоя						
				алюминиевого $e_{Al}$		клея		полимерного		
ном. величина	пред. отклонение	ном. величина	пред. отклонение	ном. величина	пред. отклонение	внутр. $e_{кв}$	нар. $e_{кн}$ (опыт)	внутр., $e_{пв}$		нар. $e_{пн}$ [ $e_{пн} = e - (e_{пв} + e_{кв} + e_{Al} + e_{кн})$ ]
								ном. величина	пред. отклонение	
Для классов 1, 2 и 4										
16	±0,2	2,25	±0,1	0,28	±0,04	0,1	0,1	1,37	±0,1	0,40
20	±0,2	2,5	±0,1	0,36	±0,04	0,1	0,1	1,49	±0,1	0,45
26	±0,2	3	±0,1	0,44	±0,04	0,1	0,1	1,66	±0,1	0,70
32	±0,2	3	±0,1	0,6	±0,04	0,1	0,1	1,60	±0,1	0,60
40	±0,2	3,5	±0,1	0,75	±0,04	0,1	0,1	1,85	±0,1	0,70
50	±0,2	4	±0,1	1	±0,04	0,1	0,1	2,00	±0,1	0,80
Для класса 3										
16	±0,2	2,25	±0,1	0,28	±0,04	0,1	0,1	1,37	±0,1	0,40
20	±0,2	2,5	±0,1	0,36	±0,04	0,1	0,1	1,49	±0,1	0,45

не принимается, хотя модель допускает учет и этого слоя);

- принято положительное направление напряжений и давлений изнутри, снаружи и между слоями.

Рассматривается  $n$  пластиковых и металлических слоев, связанных между собой в произвольной последовательности посредством клеевой прослойки. Отсчет слоев производится изнутри, при этом

**Расчеты показали — значения разрушающих внутренних давлений для каждого слоя (при нагружении его отдельно от остальных) отличаются**

$k = 1, 2, 3, \dots$ , где  $k$  — номер рассматриваемого слоя.

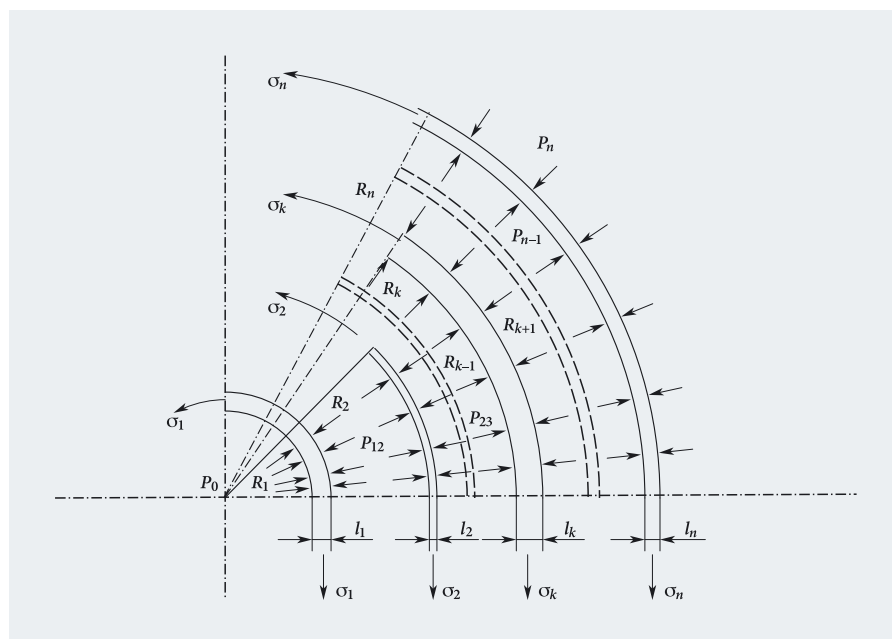
Имеется  $n$  уравнений равновесия:

$$\begin{cases} \frac{\sigma_1 e_1}{R_1} = P_{01} - P_{12} \\ \frac{\sigma_2 e_2}{R_2} = P_{12} - P_{23} \\ \frac{\sigma_i e_i}{R_i} = P_{i-1,i} - P_{i,i+1} \\ \frac{\sigma_n e_n}{R_n} = P_{n-1,n} - P_{по}, \end{cases} \quad (2)$$

где  $\sigma$  — напряжение в слое;  $R$  — средний радиус слоя;  $P_{i-1,i}$ ,  $P_{i,i+1}$  — давления изнутри и снаружи. Условие совместности деформаций дает  $(n - 1)$  уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\sigma_1}{E_1} + \alpha_1 \Delta t_1 = \frac{\sigma_2}{E_2} + \alpha_2 \Delta t_2 \\ \frac{\sigma_2}{E_2} + \alpha_2 \Delta t_2 = \frac{\sigma_3}{E_3} + \alpha_3 \Delta t_3 \\ \frac{\sigma_i}{E_i} + \alpha_i \Delta t_i = \frac{\sigma_{i+1}}{E_{i+1}} + \alpha_{i+1} \Delta t_{i+1} \\ \frac{\sigma_{i+1}}{E_{i+1}} + \alpha_{i+1} \Delta t_{i+1} = \frac{\sigma_{пн}}{E_{пн}} + \alpha_{пн} \Delta t_{пн}, \end{cases} \quad (3)$$

где  $E$  и  $\alpha$  — модуль упругости и коэффициент температурного линейного удлинения материала слоя.



⊞ Рис. 2. Расчетная схема МПТ, находящейся под действием внутреннего давления ( $P_0 - P_{по}$  — давления на слои стенки МПТ;  $\sigma_1 - \sigma_{пн}$  — растягивающие напряжения в слоях;  $R_1 - R_n$  — радиусы кривизны слоев металлополимерной трубы)

Кратковременные разрушающие внутренние давления  $P_{i\text{раз}}$  для слоев стенки МПТ класса 2 (рис. 1, табл. 1), нагружаемых раздельно табл. 3

Слой	$P_i$ , бар/%, для МПТ диаметром, мм						Расчетные формулы	$\sigma_{0i}$ , МПа
	16	20	26	32	40	50		
1	6,2/9,5	5,52/9,1	6,64/11,9	4,59/8,9	4,27/8,63	3,9/7,93	$P_{\text{раз1}} = 20\sigma_{\text{СПЭ}}e_{\text{пн}}/(d_e - e_{\text{пн}})$	12 (кратковременные напряжения при растяжении, принято по [3])
2	0,75/1,2	0,65/1,1	0,49/0,88	0,39/0,76	0,31/0,63	0,25/0,51	$P_{\text{раз2}} = 20\sigma_{0к}e_{кн}/(d_e - 2e_{\text{пн}} - e_{кн})$	6 (принято из опыта)
3	31,7/49	31,8/52,7	29,4/52,9	32/62,4	31,9/64,4	33,9/68,9	$P_{\text{раз3}} = 20\sigma_{\text{Al}}e_{\text{Al}}/d_{\text{Al}}$	80 (принято из [1])
4	0,84/1,3	0,67/1,1	0,52/0,94	0,41/0,8	0,33/0,67	0,26/0,53	$P_{\text{раз4}} = 20\sigma_{0к}e_{кв}/[d_e - 2(e - e_{\text{пв}}) + e_{кв}]$	6 (принято из опыта)
5	25,5/39	21,7/36	18,4/33,1	13,9/27,1	12,7/25,7	10,9/22,2	$P_{\text{раз5}} = 20\sigma_{\text{СПЭ}}e_{\text{пв}}/(d_e - 2e + e_{\text{пв}})$	12 (кратковременные напряжения при растяжении, принято по [3])
$\Sigma$	65/100	60,3/100	55,5/100	51,3/100	49,5/100	49,2/100	–	–

Кратковременные разрушающие внутренние давления  $P_{i\text{раз}}$  для слоев стенки МПТ класса 2 (рис. 1, табл. 1), нагружаемых совместно табл. 4

Слой	$P_i$ , бар/%, для МПТ диаметром, мм						Расчетные формулы	Кратковременный модуль упругости при растяжении (из литературы и опыта) $E_{0i}$ , МПа
	16	20	26	32	40	50		
1	4,1/7,69	3,68/7,26	4,43/9,48	3,06/6,82	2,85/6,53	2,6/5,79	$P_{\text{раз1}} = 20\sigma_{\text{Al}}e_{\text{пн}}E_{\text{СПЭ}}/E_{0\text{Al}}(d_e - e_{\text{пн}})$	1000
2	0,53/1	0,42/0,83	0,33/0,7	0,26/0,6	0,21/0,48	0,17/0,39	$P_{\text{раз2}} = 20\sigma_{\text{Al}}e_{кн}E_{0к}/E_{0\text{Al}}(d_e - 2e_{\text{пн}} - e_{кн})$	500
3	31,1/58,5	31,6/62,4	29,3/62,7	32/71,3	31,9/73,1	33,7/75	$P_{\text{раз3}} = 20\sigma_{\text{Al}}e_{\text{Al}}/d_{\text{Al}}$	10000
4	0,56/1,05	0,44/0,87	0,34/0,73	0,27/0,6	0,22/0,5	0,17/0,39	$P_{\text{раз4}} = 20\sigma_{\text{Al}}e_{кв}E_{0к}/E_{0\text{Al}}[d_e - 2(e - e_{\text{пв}}) + e_{кв}]$	500
5	17/32	14,5/28,6	12,3/26,3	9,28/20,7	8,49/19,4	7,27/16,2	$P_{\text{раз5}} = 20\sigma_{\text{Al}}e_{\text{пв}}E_{\text{СПЭ}}/E_{0\text{Al}}(d_e - 2e + e_{\text{пв}})$	1000
СМПТ	53,29/100	50,64/100	46,7/100	44,87/100	43,67/100	43,91/100	–	–

Температурная деформация:

$$\varepsilon(t) = \int_{t_n}^{t_k} \alpha(t) dt, \quad (4)$$

где  $t_n$  и  $t_k$  — начальная (монтажная) и конечная (рабочая) температура слоя; приближенно принимается, что  $\alpha = \text{const}$  и  $e = \alpha \Delta t$ , где  $\Delta t = t_k - t_n > 0$  при  $t_k > t_n$  и  $\Delta t < 0$  при  $t_k < t_n$  — рабочие разности средней температуры слоя и начальной температуры.

Имеется  $2n - 1$  уравнений для определения  $2n - 1$  неизвестных:  $n$  неизвестных  $\sigma_i$  и  $(n - 1)$  неизвестных  $p_i$ . Совместное решение дает выражение для напряжения в каждом слое:

$$\sigma_k = \frac{(p_{01} - p_{но}) - p_{тк}}{\left(\frac{e}{R}\right)_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

где температурная нагрузка для  $k$ -го слоя

записывается как:

$$p_{тR} = (p_{01} - p_{но}) \sum_{i=1}^n \frac{E_i h_i}{R_i} (\alpha_k \Delta t_k - \alpha_i \Delta t_i). \quad (6)$$

Относительная приведенная толщина стенки:

$$\left(\frac{e}{R}\right)_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n \frac{E_i e_i}{E_k R_i}. \quad (7)$$

Знак нагрузки зависит от относительной величины температурной деформации  $\alpha_i \Delta t_i / \alpha_k \Delta t_k$  (нагрев или охлаждение). При известном напряжении в  $k$ -м слое давление между слоями:

$$p_{тR} = \sum_{i=1}^n \frac{E_i e_i}{R} (\alpha_k \Delta t_k - \alpha_i \Delta t_i). \quad (8)$$

Если средние радиусы слоев принять одинаковыми и равными базовому радиусу  $R$ , то приближенно:

$$p_{k,k+1} = p_{k-1,k} - \frac{\sigma_k e_k}{R_k}. \quad (9)$$

Условие прочности для слоя трубы:

$$\sigma_i \leq [\sigma].$$

Рассмотренная выше конструкционно-прочностная специфика МПТ затрагивает только кратковременное нагружение МПТ и только при нормальной температуре (20°C).

Однако известно [3], что с повышением температуры с течением времени прочностные показатели слоев из термопластов (клеевые и из СПЭ) будут снижать свою прочность и в определенный момент сойдут на нет, т.е. достигнут нулевого значения.

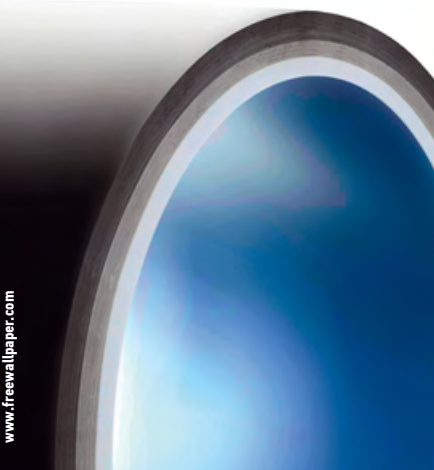
Когда это может произойти с конкретной МПТ, используемой в трубопроводной системе холодного (температура около 20°C), горячего водоснабжения (температура около 75°C) или отопления (температура около 90°C), на современном этапе разработанности

Доли, %, от прочностных ресурсов слоев, используемые при разрушении стенок МПТ табл. 5 класса 2 (рис. 1, табл. 1) при кратковременном нагружении внутренним давлением

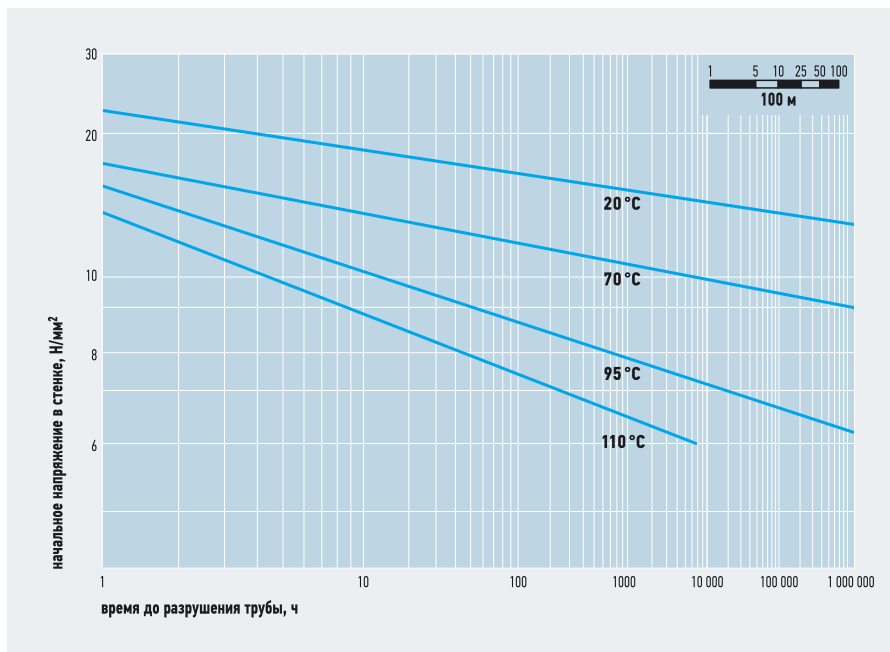
Слой	$P_i$ , бар / %, для МПТ диаметром, мм					
	16	20	26	32	40	50
1	66	66	68	67	68	67
2	71	65	67	67	68	68
3	100	100	100	100	100	100
4	67	66	65	66	67	65
5	67	67	67	67	67	67

Массовые соотношения Al/СПЭ/клей в материале стенок МПТ табл. 6

Al / СПЭ / клей для диаметров, мм					
16	20	26	32	40	50
1 / 2,22 / 0,24	1 / 1,89 / 0,19	1 / 2,04 / 0,15	1 / 1,29 / 0,11	1 / 1,2 / 0,09	1 / 0,96 / 0,07







❖ Рис. 3. Графики долговременной прочности МПТ Valtec (выкопировка из [7])

вопроса правильный ответ дать, увы, не представляется возможным. Ведь модель, в достаточной степени адекватная фактическому поведению в условиях долговременного нагружения МПТ при повышенных температурах, до сих пор никем не представлена.

Однако уже сейчас совершенно очевидно, что вряд ли будет правильно использовать для этого, как это сделано в ГОСТ 52134–2003 [3] для термопластов, рекомендации [7] с расчетными:

- кривыми регрессии (рис. 3);
- данной формулой долговременной прочности:

$$\lg(\tau) = -66,178 + 31212,4 \times \lg(\sigma) \left( \frac{38,564}{T} - 20192,2 \right), \quad (10)$$

где  $\tau$  — время до разрушения, ч;  $T$  — абсолютная температура, °C;  $\sigma$  — начальное напряжение в стенке трубы, Н/мм²;

□ положениями по применению правила Майнера.

Ведь при этом не только не учтены закономерности температурно-временной суперпозиции композитов, к которым

### Постепенно с повышением температуры прочностные показатели слоев из термопластов будут снижать свою прочность

следует относить и материал стенки МПТ, включающий по массе от 30 % (диаметр 16 мм) до 97 % (диаметр 50 мм) алюминия (табл. 6), но и, что авторам этой статьи представляется гораздо важнее, существенно искажается прогнозный срок службы трубопроводов из МПТ систем холодного, горячего водоснабжения и отопления.



Конечно, здесь сразу следует отметить, что на современном этапе, когда основные задачи строителей и коммунальных служб России связаны с ресурсосбережением и в этой связи требуется уделять особое внимание минимизации [8] затрат как при эксплуатации, так, естественно, и при устройстве внутренних напорных трубопроводов, с таким [7] подходом согласиться ни в коей мере не допустимо. Очевидно, что здесь требуется использование других нетривиальных подходов. ●



1. Бухин В.Е. О некоторых вопросах применения трубопроводов из полимерных материалов во внутренних системах водоснабжения и отопления зданий // Трубопроводы и экология, №3/2009.
2. ASTM International F 1335–04. Стандартные технические условия на опрессованные композитные трубы и фитинги для эксплуатации при повышенных температурах.
3. ГОСТ Р 52134–2003. Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления.
4. СП 40–103–98. Проектирование и монтаж трубопроводов систем холодного и горячего водоснабжения с использованием металлополимерных труб.
5. СП 41–102–98. Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб.
6. Обухов А.С., Сладков А.В. Методика прочностного расчета напорных металлополимерных многослойных труб. Сб. научн. трудов ГУП «НИИМосстрой» (к 50-летию института). — М.: 2006.
7. Руководство по проектированию, монтажу и эксплуатации систем холодного и горячего водоснабжения отопления с использованием металлополимерных труб Valtec // Интернет-сайт производителя труб Valtec: www.valtec.ru.
8. Дмитриев А.Н., Отставнов А.А., Ионов В.С. К минимизации затрат на устройство и эксплуатацию внутренних напорных трубопроводов // Сантехника, №3/2005.
9. Отставнов А.А., Устюгов В.А. К проблеме температурно-временного поведения МПТ // Журнал С.О.К., №4/2010.



## Инженерный фасон

Фасонные детали, они же фитинги, — это детали трубопроводов, которые служат для соединения отдельных труб и используются в местах переходов, поворотов, разветвлений, изменений углов наклонов, креплений и т.д. Другими словами, фасонные изделия — это то, что собирает трубопровод воедино.

Фасонные детали, они же фитинги (англ. *to fit* — *подходить, подгонять*), — это детали трубопроводов, которые служат для соединения отдельных труб и используются в местах переходов, поворотов, разветвлений, изменений углов наклонов, креплений и т.д. Другими словами, фасонные изделия — это то, что собирает трубопровод воедино, делая его герметичным и удобным в эксплуатации. Даже если предположить, что трубопровод является абсолютно прямым или таким длинным и гибким, что промежуточные фитинги для его монтажа не понадобятся, все равно в местах входа и выхода потребуются соединительные элементы.

Кроме того, современные трубопроводы настолько сложны и имеют обычно так много запорной, термостатической, измерительной и др. арматуры, что без отдельных соединительных элементов просто не обойтись.

Деревянные трубопроводы (специально обработанные стволы деревьев, имеющие внутреннюю полость) в свое время соединялись с помощью металлических хомутов (пластин) либо, как терракотовые трубопроводы времен Древней Греции, на основе безрезьбового соединения «муфта–штуцер» с возможным уплотнением известняковым раствором либо свинцовой зачеканкой.

С тех далеких и уже забытых времен человек в значительной степени отошел от использования природных материалов. Теперь, кроме стальных и медных трубопроводов в различном исполнении, что-то еще природное найти очень сложно. И, конечно, так и получается, что современные металлические трубопроводы значительно отличаются по химическому составу и вариантам исполнения от материалов, встречающихся в природе.

Способы, которыми соединяются трубы современных инженерных систем, многообразны. Но принципиально можно выделить несколько конструктивных вариантов фитингов по принципу их монтажа: резьбовые, электросварные, термосварные, компрессионные (обжимные, цанговые), аксиальные, прессовые, пуш-фитинги, фитинги под пайку, фитинги для клеевого соединения. Основные виды фитингов в зависимости от материала, используемого для производства труб, указаны

в таблице. Трубы из одного и того же материала могут соединяться фасонными деталями различной конструкции, что делает такие трубы более универсальными в применении. В таблице указаны лишь стандартные способы соединения тех или иных видов труб.

Несмотря на то, что резьбовые фитинги в таблице указаны лишь как способ соединения стальных трубопроводов, следует иметь в виду, что подавляющее большинство трубопроводной арматуры имеет муфтовую резьбу в качестве единственного способа присоединения, поэтому многие разновидности фасонных систем имеют варианты фитингов с «выходом на резьбу». Они позволяют, например, соединять пластиковые трубы со стальными, врезать в пластиковые трубопроводы арматуру, подключать радиаторы отопления и т.д. Такого рода комбинированные фитинги можно встретить почти во всех системах.

### Резьбовые фитинги обычно изготавливаются из стали, в т.ч. нержавеющей, латуни, бронзы, а также пластмассы и других менее распространенных материалов

Все перечисленные в таблице варианты трубных соединений можно объединить в две большие группы исходя из того, является ли фитинг разъемным или неразъемным соединением. Разъемные демонтируются без нарушения функциональности трубопровода, и при необходимости можно собрать трубопровод заново. Неразъемные же соединения могут быть демонтированы только после разрушения самой соединительной детали либо ее вырезки из трубопровода. Трубопровод, имеющий неразъемные фасонные детали, обычно может быть забетонирован в полу, в штробе стены либо скрыт за стеновой панелью. Разъемные же фитинги обычно требуют свободного доступа к ним, т.к. в некоторых случаях их приходится обслуживать. Например, существует мнение, что гайки компрессионных фитингов для металлопластиковых труб следует с регулярностью «раз

в год» подтягивать, что без прямого доступа к ним невозможно. Практика же показывает, что такого рода «подтяжкой» обычно никто не занимается, но фитинги безаварийно служат не один десяток лет.

Резьбовые фитинги обычно изготавливаются из стали, в т.ч. нержавеющей, латуни, бронзы, а также пластмассы и других менее распространенных материалов. Латунные фитинги при промышленном производстве обычно подлежат пескоструйной обработке, при которой создается дополнительное напряжение на поверхности детали. После этого фитинги могут быть погружены в специальную никелировочную ванну, и на поверхности образуется защитное покрытие серебристого цвета. Для прочного и надежного резьбового соединения используют различного рода уплотнительные материалы: лен, пеньковую подмотку с суриковой замазкой, пасту, фторуплотнительные материалы, тефлоновую нить и т.д.

Сварка — еще один распространенный способ соединения труб между собой и с фасонными деталями (подразумевается неразъемность соединения). Дуговая электросварка производится с помощью электродов, она достаточно трудозатратна и применяется в основном для монтажа стальных труб. Фасонные детали в данном случае соединяются с трубами встык торцами. Однако возможно и раструбное соединение, когда для сочленения двух труб используется фитинг большего размера, выступающий в качестве раструба (гильзы).

Для труб из полиэтилена низкого давления (ПНД) применяется особый вид электросварных фитингов с закладным спиралевидным нагревательным элементом. Подобное соединение ПНД-труб называется электромуфтовым, поскольку трубы в данном случае помещаются в фитинг, на два контакта которого подается напряжение. Закладной элемент фитинга, нагреваясь, плавит концы труб, соединяя их. Удобный, но дорогостоящий способ соединения, используемый для монтажа наиболее ответственных участков напорных трубопроводов, а также там, где стыковая

### Фитинги для термической и муфтовой сварки в настоящий момент являются наиболее востребованными для прокладки внутридомовых сетей водоснабжения и отопления

сварка неудобна или сложна. Наиболее известные предприятия, изготавливающие такого рода фитинги — George Fisher и Friates.

Фитинги для термической и, в частности, муфтовой сварки в настоящий момент являются наиболее востребованными для прокладки внутридомовых сетей водоснабжения и отопления, поскольку применяются для монтажа полипропиленовых (ППР, PP-R) трубопроводов, ставших чрезвычайно популярными в последнее время. Кроме того, с помощью муфтовой термической сварки соединяются трубопроводы из полибутилена, однако данный материал практически не востребован. Полипропилен же в умелых руках надежен, долговечен и относительно дешев, поэтому распространенность полипропиленовых систем для внутридомового обустройства объяснима. Для монтажа ППР-систем требуются инструменты, помещающиеся в небольшой стальной чемоданчик (цена инструментов 1700–7000 руб.). Основным инструментом является сварочный аппарат мощностью 650–1500 Вт, который часто комплектуется специальными насадками (муфта + гладкий дорн).

ППР-фитинги, как и сами трубы, могут быть различных цветов, основные из которых: белый, серый, зеленый. Цвет не определяет качество изделия. ППР-трубы поставляются обычно отрезками по 4 м, поэтому как минимум каждый из концов такого отрезка должен нести на себе фасонный элемент или арматуру, т.к. варить «встык» трубы из ППР технологически неверно. Необходимость использовать большое количество соединительных элементов в полипропиленовой системе заставила производителей иметь широкий спектр не только типоразмеров фитингов (самые ходо-

вые — от 20 до 110 мм), но и вариантов их исполнения. В настоящий момент предприятий, осуществляющих производство и продажу подобного рода фитингов на территории РФ, наскладку можно насчитать не менее 40–50.

Фитинги, для монтажа которых применяют внешние нагревательные элементы, также используют для сборки ПНД-трубопроводов больших диаметров. Термическая сварка в этом случае производится встык. Жители больших городов, да и не только, за последние 5–10 лет уже привыкли к тому, что если где-то переключается водопроводная магистраль, то обязательно рядом будут лежать готовые к монтажу черные 12-метровые отрезки труб большого диаметра (160–1200 мм). На протяженных участках ПНД-трубы соединяются без использования фитингов, но в случае, если надо изменить направление трубопровода, либо сделать ответвление, либо перейти на другой диаметр, тут уже не обойтись без фасонных изделий.

Компрессионные (обжимные, цанговые) фитинги используются для монтажа сразу нескольких трубных систем. Прежде всего, с их помощью можно монтировать металлопластиковые композитные трубы (PE-X/AL/PE-X, PE-RT/AL/PE-RT и т.д.), как было популярно в России в 1990-е годы. Фитинг в данном случае применяется латунный, состоящий из корпуса со штуцером, который обычно комплектуется уплотнительными кольцами с диэлектрической прокладкой, разрезным зажимным кольцом (цангой) и гайкой. Метод соединения прост и не требует дополнительных инструментов, кроме двух ключей для создания компрессии под гайкой, обжимающей цангу вокруг конца металлопластиковой трубы. Для труб из сшитого и высокотемпературного полиэтилена (PE-X, PE-RT) обычно применяются обжимные фитинги без резиновых колец на штуцере, в остальном форма фитинга остается такой же. Указывать производителей таких фитингов бессмысленно, поскольку в одной Италии их наберется несколько десятков, а в КНР раз в десять больше.

#### :: Использование фитингов для соединения труб из различных материалов

табл. 1

Вид фитингов/типы труб	Стальные	Медные	Полипропиленовые (PP-R)	Полиэтиленовые (ПНД)	Металлопластиковые (PE-X/AL/PE-X, PE-RT/AL/PE-RT)	PE-X (сшитый полиэтилен)	Поливинилхлоридные (PVC-C)	Полибутиленовые (PB)
Резьбовые	✓							
Электросварные	✓			✓				
Термосварные			✓	✓				✓
Компрессионные	✓	✓		✓	✓	✓		
Аксиальные						✓		
Прессовые	✓	✓			✓	✓		
Пуш-фитинги					✓			
Фитинги под капиллярную пайку		✓						
Фитинги для клеевого соединения							✓	

Практически так же выглядят компрессионные фитинги для монтажа медных и стальных (обычно из нержавеющей стали) труб. Единственным отличием является форма обжимного кольца (цанги). Если в предыдущем случае оно плоское с характерным косым разрезом и выемками на внутренней стороне, то в данном случае кольцо мягкое, выпуклое, без разреза. Штуцер в таких фитингах обычно не имеет резиновых уплотнений.

Своего рода компрессионные, а если быть точными, зажимные фитинги, используемые для монтажа, например, труб из сшитого полиэтилена (PEX), можно встретить в ассортименте некоторых иностранных производителей, в т.ч. Uronog. Корпус фитинга также латунный или бронзовый. Имеется штуцер, на который надевается труба, и зажимная гильза, обжимающая трубу с помощью болта и гайки.

Существенная сфера применения компрессионных фитингов — их использование при соединении полиэтиленовых труб (ПНД) небольших диаметров (20–200 мм). Этот четвертый вид обжимных фитингов отличается от рассмотренных ранее материалом, из которого они изготовлены. Если обжимные фитинги для медных, стальных и пластиковых (композитных) труб делаются обычно из латуни, то компрессионные фитинги для труб из ПНД изготавливаются из полипропилена (PP-B). Такой фитинг состоит из корпуса, упругого уплотнительного кольца, запрессовывающей втулки, удерживающей уплотнительное кольцо и ограничивающей его сжатие, компрессионного кольца, обеспечивающего функцию обжима трубы, гайки — элемента, к которому непосредственно прикладывается вращающее усилие для фиксации трубы в фитинге.

Использование таких фитингов обусловлена выпускаемыми типоразмерами, а значит,

### Оригинальные «фирменные» пресс-фитинги, как и аксиальные, имеют латунный корпус со штуцером и гильзой из нержавеющей стали

привязана к областям применения полиэтиленовых труб небольших диаметров — это сельское хозяйство, временная наружная разводка инженерных систем и т.д. На российском рынке представлены в основном производители из европейских стран (Италия, Испания и др.) и Турции. В последние несколько лет стали появляться и отечественные производители, впрочем, ассортимент предлагаемых ими товаров пока оставляет желать лучшего.

Фитинги с аксиальной запрессовкой применяются для монтажа трубных систем из сшитого полиэтилена. Использование данных фитингов, состоящих из корпуса со штуцером и подвижной гильзы, возможно благодаря эффекту памяти и гибкости самого материала — PE-X. Классический аксиальный фитинг (корпус и гильза) выполнен из латуни, для его монтажа требуется два дорогостоящих инструмента: расширительная машинка (ручное, гидравлическое исполнение) со специальными насадками и запрессовочные тиски, которые используются для того, чтобы надвинуть гильзу на штуцер фитинга, который не комплектуется уплотнительными кольцами. Процедура монтажа, таким образом, состоит из следующих пунктов. Отрезается труба (при желании дополнительно снимается фаска с внутренней стенки трубы), надевается гильза, в трубу вставляется наконечник расширительного инструмента, создается раструб. В этот раструб вставляется штуцер фитинга, вторым инструментом с усилием гиль-

за надвигается на конец трубы, в который до этого был помещен фитинг, — на этом монтаж окончен.

Среди компаний-производителей, активно использующих такой вид соединения и представленных на отечественном рынке, можно выделить двух непримиримых конкурентов: Rehau A.G. и Uronog GmbH. Обе компании несколько лет назад представили обновленные варианты аксиальных фитингов, изменив применяемые материалы. Теперь широко используются фитинги с пластиковым корпусом из PPSU (полифенилсульфон) и подвижными кольцами из PE-X от Uronog и PV-DF (поливинилденфторит) от Rehau. В случае, когда подвижное кольцо выполнено из сшитого полиэтилена, применение подвижного инструмента не обязательно: создание раструба возможно уже при надвинутом кольце.

К неразъемным способам соединения пластиковых, металлопластиковых и металлических (медных, стальных) трубопроводов относятся фитинги, монтаж которых производится с помощью прессования (пресс-фитинги). В недалеком прошлом это был самый надежный способ монтажа композитных металлополимерных труб, но сейчас он постепенно сдает свои позиции под натиском новинок инженерного рынка. Тем не менее переход к использованию пластика при производстве таких фитингов снижает себестоимость, делая их более конкурентоспособными среди других трубных систем.

Итак, «оригинальные» пресс-фитинги, как и аксиальные, имеют латунный корпус со штуцером и гильзой из нержавеющей стали. Штуцер, как в случае с компрессионными фитингами, имеет выемки под уплотнительные кольца из NBR (нитрил-бутадиеновой резины). Стальная гильза, хоть и является съемной, плотно крепится к фитингу при помощи буртов различной формы, а также обычно имеет смотровое отверстие для контроля положения конца монтируемой трубы в фитинге.

Например, одна из новинок пресс-фитингов Uronog — элементы с разноцветными (в зависимости от типоразмера) упорными буртами, которые разрушаются при монтаже. Бурт помогает правильно установить опрессовочный инструмент, а в процессе производимого монтажа разрушается, свидетельствуя о том, что фитинг смонтирован качественно.

Для монтажа пресс-фитингов также требуется дорогостоящий инструмент со сменными пресс-клещами в зависимости от размера трубы. Ручной пресс-инструмент стоит 7–15 тыс. руб., в гидравлическом или электрическом исполнении — уже порядка 30–45 тыс. руб. Наиболее известные марки такого монтажного оборудования — REMS, Rothenberger и Klauke. Самый распространенный внутренний профиль пресс-губок маркируется, как известно, «ТН».

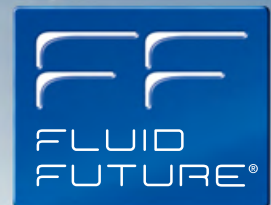


## Концепция энергоэффективности от KSB для Вашего успеха

Fluid Future – наша всеобъемлющая концепция энергоэффективности для гидравлической системы в целом. Задачей этой концепции является повышение эффективности Вашей установки. Мы разработали программу из пяти последовательных этапов, которая позволяет реализовать потенциал энергосбережения на каждом сроке службы Вашего оборудования. Энергоэффективность от KSB – это реальная экономия Ваших средств сегодня и в будущем.

ООО «КСБ» • Москва, 123022, ул. 2-ая Звенигородская, д. 13, стр. 15. Тел.: (495) 980-1176, факс: (495) 980-1169  
Москва • Санкт-Петербург • Новосибирск • Екатеринбург • Ростов-на-Дону • Красноярск • Самара • Минск  
[www.ksb.ru](http://www.ksb.ru) • [info@ksb.ru](mailto:info@ksb.ru)

Познакомьтесь с концепцией Fluid Future  
на выставке SHK-2011 в Москве 18-21 апреля.  
Посетите наш стенд В16/С13



Энергоэффективность от KSB

На российском рынке продается огромное количество пресс-фитингов различных марок, производимых в основном на заводах Италии, Германии и Китая.

Интересной новинкой рынка пресс-соединений 2009 г. можно назвать модульные пресс-фитинги все той же компании Uropog, которые позволяют из порядка 30 компонентов получить в 10 раз больше комбинаций итоговых соединений. Такие фитинги облегчают монтаж, поскольку меньше пресс-соединений приходится делать на весу в неудобном положении, а также минимизируют складские запасы производителя и дистрибьюторов. Спектр типоразмеров: 25–110 мм. Справедливости ради надо отметить, что за истекшие полтора года данный вид фитингов не нашел широкого применения.

Для монтажа трубопроводов из меди и нержавеющей стали также могут быть использованы пресс-соединения. Такие детали очень похожи на фитинги под пайку, но имеют специальные уплотнения в виде кольца из EPDM, вмонтированные в раструб. Чтобы смонтировать этот не самый дешевый фитинг также требуется дорогостоящий пресс-инструмент.

Пуш-фитинги (англ. *to push* — толкать) — особый вид фасонных деталей для монтажа металлопластиковых трубопроводов. Популярность этих соединительных элементов в последнее время набирает обороты вслед за снижением цены их реализации и расширения каналов сбыта. Первыми на российском рынке в 2008 г. появились пуш-фитинги бельгийской компании Henco Industries N.V. под маркой Vision. В настоящий момент также известны фитинги такой конструкции от итальянской N.T.M. S.p.A. (Ennetieme) и испанской Industrial Blansol S.A.

Корпус, а также некоторые основные элементы пуш-фитингов Henco выполнены из PV-DF (поливинилденфторид), корпуса фитингов N.T.M. S.p.A. и Blansol S.A. сделаны из латуни. Фитинги итальянского произведе-

ния N.T.M. вообще отличаются от всех прочих пуш-фитингов тем, что в них больше всего латунных компонентов.

На рисунке ниже представлен самофиксирующийся фитинг в разборе. Он состоит из: А — удерживающей латунной колодки (гайки); В — тарельчатой блокировочной пружины из нержавеющей стали; С — распорного латунного кольца; D — уплотнительных колец из EPDM (этиленпропиленовый каучук); E — диэлектрической прокладки из PTFE (политетрафторэтилен); F — латунного корпуса.

Монтаж такого фитинга не требует вообще никакого дополнительного инструмента кроме резака для труб и калибратора с фаскоснимателем. Если труба отрезана под прямым углом к своей оси, откалибрована, а также с ее внутренней стороны снята фаска, то установка будет заключаться только в том, чтобы вставить трубу до упора в фитинг. Это, пожалуй, самый простой и незатратный способ монтажа металлополимерных труб малых диаметров (16–26 мм). В случае необходимости повторного монтажа удерживающая гайка может быть свинчена, а тарельчатая пружина демонтирована кусачками. Это позволит при наличии новой пружины произвести повторную установку трубы. Самофиксирующиеся фитинги производства N.T.M. S.p.A. в России эксклюзивно реализуются компанией «Эгопласт». В отличие от пуш-фитингов Henco Vision, пуш-фитинги N.T.M. производятся до размера 32 мм включительно.

Фитинги под пайку — это один из основных способов монтажа медных трубопроводов. Принцип соединения основан на так называемом капиллярном эффекте, когда специальный металл или сплав (припой), обычно серебряно-бронзовый, расплавляясь, заполняет собой капиллярное (мельчайшее) пространство между трубой и фитингом. Для высокотемпературной пайки используется «твердый» припой, который поставляется в виде прутков сечением 2 мм, и специаль-

ный флюс для «твердой» пайки. Флюсом называется смесь, предназначенная для удаления окислов с поверхностей трубы и фитинга и улучшения растекания расплавленного припоя. Для пайки при температуре ниже 300 °C используются мягкие припои. Монтаж медных (бронзовых) фитингов с помощью высокотемпературной пайки требует мастерства исполнителя и применения специального оборудования: баллонов с азотом и пропаном, газовой горелки, трубогиба, резака и др. Медные трубы поставляются как в бухтах (отожженная медь), так и в штангах (неотожженная). На самом деле именно из-за сложности и ответственности монтажа, а не только в связи с относительной дороговизной самой медной трубы и фитингов, трубопроводы, смонтированные на медных фитингах под пайку, не находят в настоящий момент широкого применения на постсоветском пространстве. В той же Германии бытовые трубопроводы из меди намного более популярны, чем в России, хотя в последние пять-шесть лет наблюдается тенденция их замещения пластиковыми системами.

Последняя из рассматриваемых в данной статье разновидностей фасонных деталей для трубопроводов представляет собой фитинги для соединения труб из хлорированного поливинилхлорида (PVC-C/ХПВХ). Трубы ХПВХ соединяются с помощью специальных клеящих веществ (адгезивов), полученных в результате разложения полимеров ПВХ или ХПВХ в смеси растворителей, которые размягчают стенки труб и фитингов перед последующим соединением. Базовым элементом клея для соединения ХПВХ-труб обычно является поливинилхлоридная смола, модифицированная фенолформальдегидной и эпоксидной смолами с добавкой стабилизатора и наполнителя в смеси растворителей. Химическая холодная сварка с помощью такого клея позволяет получить неразъемные соединения с механической прочностью, сопоставимой с аналогичными характеристиками используемых труб и арматуры. Клеевые фитинги имеют раструб, в который вводится труба и в котором происходит соединение трубы с фасонной деталью. Системы трубопроводов ХПВХ, получившие распространение в США, не нашли отклика в сердцах российских частных потребителей, поэтому в быту такие системы обычно не встретишь; они иногда применяются в промышленности, обвязке бассейнов и т.д.

В повседневной сантехнической практике можно встретить и другие разновидности фасонных изделий. Однако с определенностью можно сказать, что перечисленные виды трубных соединений применяются в подавляющем большинстве проектов бытового санитарного водоснабжения и отопления, по крайней мере в России. ●



www.freevalpaper.com

We  
Build  
Reputations™

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

**RIDGID®**

**СОЗДАЙТЕ СЕБЕ  
РЕПУТАЦИЮ, РАБОТАЯ С  
ОБОРУДОВАНИЕМ **RIDGID****



На правах рекламы

ВИДЕОДИАГНОСТИКА    ТРАССОПОИСКОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ    ПРЕСС-СОЕДИНЕНИЯ    РЕЗЬБОНАРЕЗНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
МОНТАЖ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ    ПРОЧИСТКА ТРУБОПРОВОДОВ    РУЧНОЙ ИНСТРУМЕНТ    ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТ



Фото компании-производителя.

# Сифонная система Geberit Pluvia

Система водостока Pluvia (это название переводится с латинского языка как «дождь») основана на гравитационно-вакуумном принципе. Благодаря специальной конструкции воронок и точному расчету диаметров труб в стояке, заполненном водой, при движении столба жидкости под действием силы тяжести возникает разрежение, максимальное значение которого достигается в верхней точке стояка.

## Сфера применения и принцип работы

Сифонная система Pluvia производства компании Geberit является ведущей сифонной системой водостока в мире. Архитекторы, консультанты и подрядчики выбирают эту систему для самых разнообразных зданий и сооружений. Geberit Pluvia нашла свое применение в строительстве таких объектов, как торговые центры «Мега», «ИКЕЯ», «Ашан», «Метро», «Реал», «Мосмарт», «Леруа Мерлен», складские терминалы, спортивные сооружения, промышленные предприятия, аэропорты в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Волгограде, Нижнем Новгороде, Самаре.

Система водостока Geberit Pluvia (в переводе с латинского языка это слово обозначает «дождь») основана на гравитационно-вакуумном принципе. Благодаря специальной конструкции воронок и точному расчету диаметров труб в стояке, заполненном водой, при движении столба жидкости под действием силы тяжести возникает разрежение, максимальное значение которого достигается в верхней точке стояка. Разрежение передается по горизонтальному коллектору до точки входа воды — приемной воронки.

Принцип работы системы Pluvia обуславливает все ее преимущества по сравнению с традиционной системой: уменьшение диаметра труб и количества воронок, отсутствие

уклона горизонтальных участков водостока и труб в основании здания. Стоит отметить и достоинства труб Geberit ПНД, используемых в системе Pluvia. Трубы соединяются методом горячей сварки встык (в труднодоступных местах — электросварными муфтами) и монтируются с применением специального крепежа и большого количества анкерных опор без установки температурных компенсаторов. Таким образом, система водостока становится полностью герметичной.

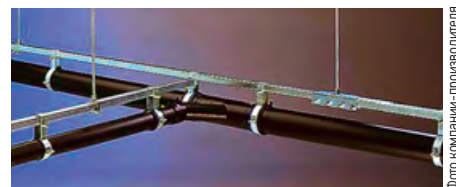


Фото компании-производителя.

Преимущества системы Geberit Pluvia по сравнению с традиционной системой:

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

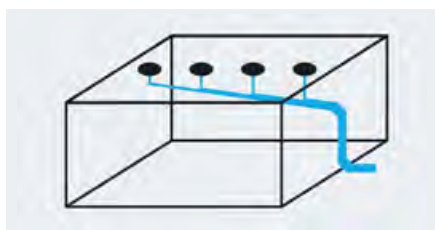
Компоненты и отличительные особенности системы Pluvia:

- приемные воронки Geberit Pluvia;
- трубы и фитинги Geberit ПНД;
- система крепежа трубопроводов Geberit Pluvia;
- уникальная в своей области компьютерная программа Geberit ProPlanner Pluvia;
- техническая поддержка Geberit;
- гарантия Geberit 10 лет;
- минимальный срок службы системы составляет 50 лет.

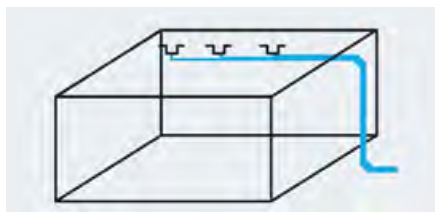


Фото компании-производителя.

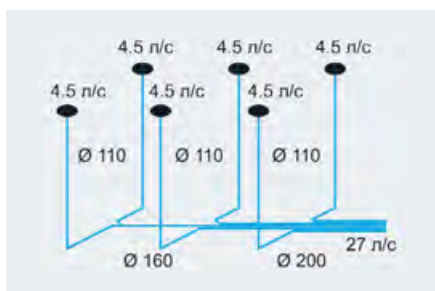




❖ Самотечная система

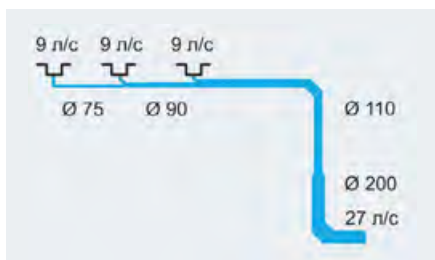


❖ Система Pluvia

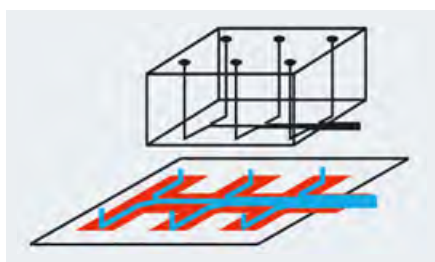


❖ Самотечная система

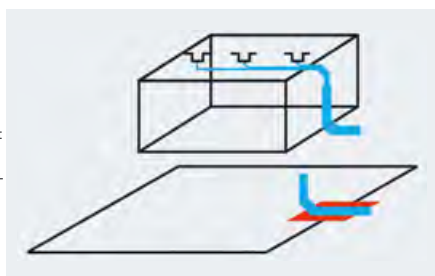
**В системе Geberit Pluvia используются трубы и фитинги только из высококачественного полиэтилена низкого давления (ПНД)**



❖ Система Pluvia



❖ Самотечная система



❖ Система Pluvia

Фото компании-производителя.

### Приемные воронки Geberit Pluvia

Фирма Geberit разработала воронки с различным расходом для любых географических широт. В Европе и в России применяются воронки с максимальной производительностью 12 и 25 л/с. Для тропических регионов разработаны модификации до 100 л/с. Новая воронка с универсальным прижимным фланцем для гидроизоляционных мембран, а также различные фланцы для битумных покрытий и под сварку в желобах дают возможность установить воронки на любых кровлях. Воронки могут быть оборудованы нагревательным элементом для защиты от замерзания в переходный период (весна и осень).

### Трубы и фитинги Geberit ПНД

В системе Geberit Pluvia используются трубы и фитинги из высококачественного полиэтилена низкого давления (ПНД). Достоинства этого материала хорошо известны. Он обладает высокой механической прочностью, химической инертностью и устойчивостью к воздействию неблагоприятных атмосферных факторов. Срок его службы составляет не менее 50 лет. Благодаря эластичности материала заполненная водой труба ПНД при замерзании растягивается, не разрушается, а после оттаивания принимает исходную форму. Трубы ПНД легко сваривать встык, а в труднодоступных местах их удобно соединять при помощи электросварных муфт.

### Компьютерная программа Geberit ProPlanner Pluvia

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

### Система крепежа трубопроводов Geberit Pluvia

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

Преимущества системы крепежа Geberit Pluvia: быстрый монтаж; меньше точек крепления к кровле; контроль температурных расширений; жесткая заделка; возможна предварительная сборка отдельных узлов; использования универсального кронштейна для скользящей и анкерной опоры. ●



Фото компании-производителя.



www.free-wallpaper.com

## УФ-обеззараживание в водоснабжении

Ультрафиолетовое излучение, которое, как известно, обладает бактерицидными свойствами, является составной частью солнечного света. В спектре электромагнитного излучения оно занимает место между видимым светом (диапазон 380–780 нм) и рентгеновскими лучами.

### Принцип действия ультрафиолета

Ультрафиолетовое излучение, которое, как известно, обладает бактерицидными свойствами, является составной частью солнечного света. В спектре электромагнитного излучения оно занимает место между видимым светом (диапазон 380–780 нм) и рентгеновскими лучами. Принимая во внимание длину волн излучения и последствия их воздействия, традиционно принято различать четыре части излучения в ультрафиолетовом диапазоне:

- вакуумное УФ-излучение в поддиапазоне 100–200 нм;
- UV-C — это УФ-излучение в поддиапазоне 200–280 нм;
- UV-B — это УФ-излучение в поддиапазоне 280–315 нм;
- UV-A — это УФ-излучение в поддиапазоне 315–400 нм.

Обеззараживающий эффект ультрафиолетового излучения основан на фотохимических реакциях, запускающих механизм физико-химических и биологических мутаций живой материи микроорганизмов (бактерий, вирусов, микробов и простейших). При УФ-облучении у них нарушается аппарат воспроизводства макромолекул ДНК и РНК, разрушаются аминокислоты, пептиды и белки, происходит нарушение проницаемости мембран и т.д. Такие летальные эффекты, обеспечивающие обеззараживающее действие ультрафиолета, могут быть не только бактериостатическими (клетки живут, но прекращают размножаться), но и бактерицидными, без возможности исправления этих изменений (реактивации микроорганизмов), вызывающих необратимую гибель клеток микроорганизмов.

Изменения, касающиеся фатальных разрушений микроорганизмов, зависят от длины волны и дозы облучения. Неслучайно оптимальным решением с наибольшим бактерицидным эффектом обеззараживания и дезинфекции в водоподготовке или в сфере водоотведения без применения химических реагентов являются УФ-установки с рядными лампами среднего давления, излучающими в поддиапазонах UV-B и UV-C ультрафиолета. Обычно используемые отечественными производителями лампы низкого давления, в т.ч. амальгамные, излучают в под-

диапазоне UV-C и то только с одной длиной волны 254 нм, при этом энергия их ультрафиолетового излучения на порядок ниже ламп среднего давления. Излучение ламп низкого давления хотя и нарушает структуру ДНК и РНК, но не может, в отличие от ультрафиолетового излучения ламп среднего давления, предотвратить реактивацию микроорганизмов, которая естественным образом восстанавливает структуру макромолекул с участием специфических энзимов, являющихся природным средством «исправления» нарушений ДНК, сложившимся в ходе миллиардов лет эволюции.

### Изменения, касающиеся фатальных разрушений микроорганизмов, зависят от длины волны и дозы облучения

Применение УФ-установок также позволяет понижать в воде содержание вредных примесей. Этот эффект наилучшим образом также достигается работой ламп среднего давления. В результате фотохимических реакций происходит значительное понижение содержания связанного хлора в воде, например, в воде плавательных бассейнов, где эта технология с успехом применяется, а в случае комбинирования озонирования и УФ-облучения лампами среднего давления (воздействие, так называемым, усовершенствованным процессом окисления), эффективно устраняются пестициды из питьевой воды.

### Технологии в обеззараживании и дезинфекции воды

Положив в основу принцип воздействия УФ-излучения в волновых поддиапазонах UV-B и UV-C не только на структуру ДНК микроорганизмов, но и на другие биомолекулы, чешскими учеными была изобретена уникальная технология с максимально выраженным обеззараживающим эффектом дезинфекции воды или водных стоков, получившая запатентованное название «технология LifeUVM». На основе этой инновационной технологии были разработаны, протестированы, сертифици-

Авторы: А. ХРДЛИЧКА, В. ГОРДИН, И. ДРИМАЛ

фицированы на предмет соответствия более строгим европейским нормам, в т.ч. экологическому законодательству, и выпущены в серийное производство УФ-установки с лампами среднего давления различной мощности. Благодаря широкому спектру и высокой энергии излучения, УФ-лампы среднего давления, используемые в системах LifeUVM, инактивируют микроорганизмы необратимым способом. Кроме того, применение этих УФ-систем уменьшает, помимо всего прочего, содержание в воде таких загрязняющих ее вредных веществ, как пестициды в питьевой воде или связанный хлор в воде бассейнов. Успешный ввод в эксплуатацию оборудования сопровождается положительными отзывами пользователей не только в Чешской Республике, но и в других странах Евросоюза.

Результаты вышеупомянутого воздействия полихроматического УФ-излучения ламп среднего давления, обладающего большей энергией по сравнению с лампами низкого давления, могут быть многократно усилены его комбинацией с озонированием или в сочетании с дозировкой перекиси водорода. На этом методе, известном как «усовершенствованное окисление» или «ультрафиолетовое окисление», чешскими инженерами была разработана новая усовершенствованная технология LifeOx, основанная на оптимизированном синергическом взаимодействии озона и УФ-излучения.

Принцип ее действия таков. Растворенный в воде озон под фотолитическим воздействием УФ-лучей трансформируется в ОН-радикалы, которые обладают весьма сильным окислительным (дезинфицирующим) действием. ОН-радикалы мгновенно реагируют с загрязнением и способны ликвидировать даже те патогенные микроорганизмы, которые устойчивы к воздействию обычно применяемого в качестве окислителя хлора, или озона. ОН-радикалы также весьма эффективно удаляют органические вещества, при этом не образуя токсичных химических остатков. Этим они отличаются от хлора, создающего с органическими веществами соединения связанного хлора (хлорамины) и др. побочные продукты хлорирования, напр. хлороформ и хлоруксусные кислоты. ОН-радикалы совместно с УФ-излучением разлагают соединения связанного хлора и, тем самым, понижают его концентрацию в воде. Вода, обработанная по «технологии LifeOx», не содержит озон — он полностью трансформируется в ОН-радикалы (таким образом, нет необходимости контролировать концентрацию озона в воде) и расходуется на дезинфекцию и на устранение загрязняющих веществ. А время «жизни» самих ОН-радикалов настолько коротко (в микросекундах), что они в процессе своей «работы» никогда не покидают пространство УФ-камеры.

## Применение УФ-установок позволяет понижать в воде содержание вредных примесей

### Исполнение УФ-системы

Технологически УФ-система состоит из камеры УФ-облучения и выносного электротехнического шкафа, содержащего блок питания УФ-ламп и блок электронного управления.

Камера УФ-облучения произведена из нержавеющей стали 316L, а ее внутренняя поверхность полированная. Внутри УФ-камеры оптимально расположены УФ-лампы среднего давления, помещенные в кварцевые чехлы. Камера оснащена датчиками, следящими за интенсивностью УФ-излучения и температурой воды. Поверхность кварцевых чехлов и датчиков очищается от отложений и грязи механическим путем: вручную или с помощью автоматического привода. Системы LifeUVM имеют компактную конструкцию УФ-камер, с небольшой площадью занимаемой поверхности, хотя при этом разные модели устройства способны обрабатывать объемы воды от 20 до 1200 м<sup>3</sup>/ч. Благодаря своей конструкции и небольшому количеству УФ-ламп, потеря давления в камере является крайне низкой. Камера может располагаться в горизонтальном или вертикальном положении.

Электронные источники питания УФ-ламп, а также блок управления с программируемым логическим контроллером расположены в выносном шкафу. Для коммуникации пользователя с оборудованием предназначен цветной

сенсорный дисплей размером по диагонали 7" и с разрешением 800×480.

Лампы снабжают энергией усовершенствованные электронные источники питания собственного производства со встроенными электронными балластами. В автоматическом режиме работы выявленное понижение интенсивности УФ-излучения систематически компенсируется повышением мощности электронного балласта. Это означает, что при изменении условий, например при выработке ресурса УФ-лампы или при уменьшении оптического пропускания воды, всегда гарантирована надежная дезинфекция воды. Основным преимуществом является возможность плавного регулирования мощности УФ-ламп, а новейшие технологические усовершенствования позволили увеличить срок службы ламп до 12 тыс. рабочих часов.

Также следует отметить отдельно тот факт, что инновационные технологии обеззараживания и дезинфекции воды, основанные на усовершенствованных решениях чешских ученых на базе собственной научно-исследовательской лаборатории Lifetech в Брно, позволили минимизировать затраты на создание УФ-установок по сравнению с предыдущим выпускаемым серийно оборудованием с лампами низкого давления, а благодаря оптимизации работы производственных и бизнес-процессов переместило новое выпускаемое оборудование в более низкий ценовой диапазон, определив его место в одном ценовом ряду с продукцией отечественных производителей. ●



www.freetvalpaper.com

ОТОПЛЕНИЕ

## Стальные промышленные отопительные котлы BIASI

В статье [1] мы рассказывали о бытовых настенных котлах BIASI, но в ассортименте производителя также имеется отопительное оборудование для обеспечения теплом и горячей водой крупных объектов: промышленных предприятий, муниципальных учреждений, многоквартирных домов или целой группы зданий.



Фото компании-производителя.

Начало производства промышленных стальных котлов BIASI датируется 1938 г. С того времени и по сей день сталелитейные заводы этой итальянской компании выполняют заказы по изготовлению отопительных приборов различного назначения: паровых и водогрейных котлов для систем отопления, парогенераторов и другого оборудования для железнодорожного транспорта и пр.

Значительная часть комплектующих в приборах BIASI является запатентованной продукцией собственного производства. Все остальные компоненты закупаются исключительно у европейских поставщиков. Благодаря гибкости в использовании современных технологий, постоянному внедрению инновационных разработок, а также удачному сочетанию прогресса и традиций в условиях постоянно меняющегося рынка BIASI уже долгое время является одним из лидеров отопительного рынка.

Промышленные стальные отопительные котлы BIASI представлены в трех сериях, различающихся диапазоном допустимой мощ-

ности горелки. Котлы серии RCM могут быть укомплектованы газовой или жидкотопливной вентиляторной горелкой с максимальной мощностью от 105 до 300 кВт, котлам серии RCA подойдут горелки 350–1163 кВт, а для очень крупных объектов предусмотрена серия RCH, представители которой могут достигать максимальной мощности от 1,5 до 6 МВт.

Сердцем котла является первичный стальной теплообменник, основной задачей которого является эффективная передача тепла от сгорающих газов к теплоносителю контура отопления.

Остановимся поподробнее на преимуществах стали в качестве конструкционного материала теплообменников большой мощности. Чем выше максимальная мощность установки, тем чаще производители предпочитают сталь чугуну. Стали, используемые при изготовлении теплообменников, обладают хорошей свариваемостью. Применение сварных конструкций позволяет делать топку оптимальной конструкции с точки зрения теплообмена и движения газов.

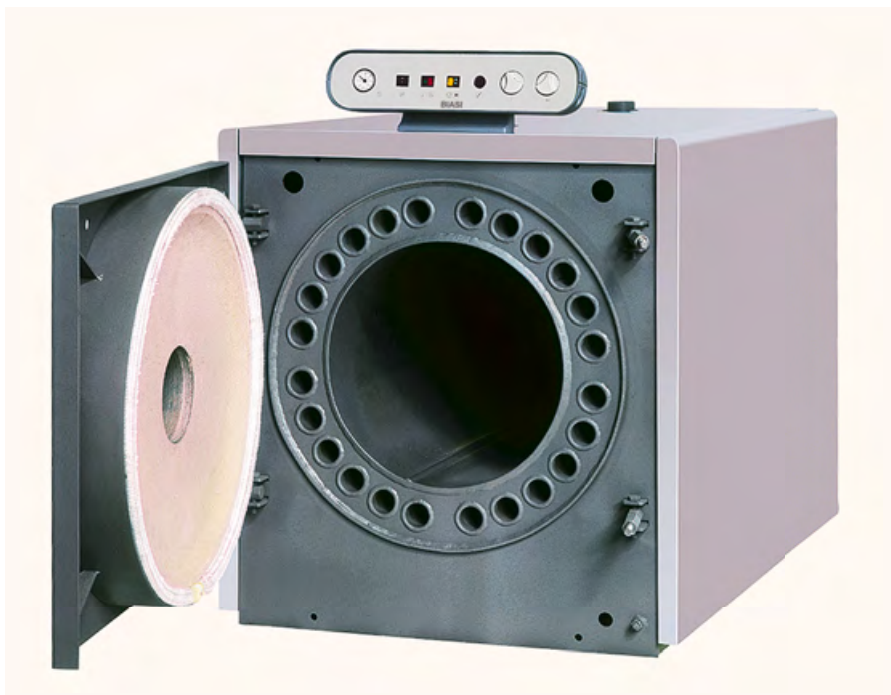


Фото компании-производителя.

❖ Промышленный котел BIASI RCM с газовой или жидкотопливной вентиляторной горелкой с максимальной мощностью 105–300 кВт

Статья подготовлена редакцией журнала С.О.К.

Стальные теплообменники имеют ощутимые преимущества перед чугунными в силу своей пластичности, благодаря которой они с легкостью переносят резкие перепады температур в подающей и обратной магистралях. Это же качество помогает им не растрескаться от случайного удара, поэтому котлы со стальными теплообменниками Biasi представляют цельносваренными, в максимально собранном виде.

Стальные котлы имеют вдвое, а то и втрое меньший вес по сравнению с чугунными, масса всей установки в среднем сравнима с весом воды, заполняющей теплообменник. К тому же, на стальной котел идет значительно меньше исходного материала, чем на чугунный. Толщина стенок составляет 2,5–4 мм.

### Промышленные стальные отопительные котлы Biasi представлены в трех сериях (RCM, RCA, RCH), различающихся диапазоном допустимой мощности горелки

Котлы со стальными теплообменниками обладают меньшей теплоаккумулирующей способностью и меньшей тепловой инерционностью, чем чугунные термоблоки. Это удобно, если требуется обеспечить оперативное реагирование при изменении условий эксплуатации (единовременный нагрев больших объемов теплоносителя, большое количество контуров с переменным расходом).

Применение сварных конструкций позволяет делать топку оптимальной конструкции с точки зрения теплообмена и движения газов, а также обеспечивать равномерные тепловые нагрузки на все стенки. В стальных котлах Biasi применена современная трехходовая система горизонтально-вертикального движения дымовых газов с инверсией пламени и горизонтальное размещение «водяной рубашки». Такая конструкция реверсивного движения дымовых газов по каналам позволяет на сегодняшний день обеспечивать наиболее полный и эффективный теплообмен, а также предотвратить высокие тепловые нагрузки. Омываемая со всех сторон камера сгорания имеет цилиндрическую форму.

Первый горизонтальный ход — движение горячих продуктов сгорания непосредственно от горелки в заднюю часть котла по цилиндрической камере сгорания, окруженной широкой «водяной рубашкой». Котел сконструирован таким образом, что пламя от горелки не доходит до задней стенки теплообменника (короткий факел). Второй ход дымовых газов осуществляется по краям основной топки в реверсивном направлении, т.е. от задней стенки к передней. В этот период происходит

### Обзор моделей промышленных стальных котлов Biasi

табл. 1

Серия	RCM	RCA	RCH
Номинальная тепловая мощность/нагрузка, кВт	105/115; 120/132; 160/174; 200/218; 240/260; 300/326	350/380; 407/443; 500/542; 600/654; 700/760; 814/889; 950/1029; 1163/1274	1510/1656; 1960/2037; 2330/2552; 3000/3279; 3500/3829; 4070/4443; 4650/5082; 5815/6348
Объем воды в котле, л	157; 157; 207; 207; 332; 332	354; 354; 635; 635; 813; 813; 1140; 1140	1540; 1820; 1965; 2235; 2730; 3935; 5835; 6700
Объем камеры сгорания, м <sup>3</sup>	0,1; 0,1; 0,16; 0,16; 0,239; 0,239	0,34; 0,34; 0,49; 0,49; 0,69; 0,69; 0,983; 0,983	1,295; 1,613; 2,004; 2,622; 3,181; 3,866; 4,301; 5,523
Гидравлическое сопротивление теплообменника при $\Delta t = 15^\circ\text{C}$ , мбар	18; 22; 22; 25; 28; 31	25; 34; 22; 31; 36; 42; 38; 50	55; 65; 60; 70; 80; 100; 120; 150
Аэродинамическое сопротивление камеры сгорания, мбар	0,6; 0,9; 1; 1,6; 1,6; 2,4	2,5; 3,4; 4,2; 5; 4,8; 5,9; 4,9; 7	5,5; 6,0; 6,9; 7,5; 8,0; 9,6; 11,8; 14,7
Присоединительный диаметр дымохода, мм	219,1 (до 200 кВт); 258 (от 260 кВт)	258 (до 407 кВт); 358 (500–814 кВт); 408 (от 950 кВт)	408; 508; 558; 608; 658 (от 3500 кВт)
Подключение подающей/обратной линий, мм	50 (до 200 кВт); 65 (от 260 кВт)	80 (до 407 кВт); 100 (500–814 кВт); 125 (от 950 кВт)	150 (до 1960 кВт); 200 (2330–3500 кВт); 250 (от 4070 кВт)
Минимальная длина сопла горелки, мм	200	340 (до 407 кВт); 380 (500–814 кВт); 400 (от 950 кВт)	400 (до 2330 кВт); 450 (3000–3500 кВт); 500 (от 4070 кВт)
Присоединительный диаметр горелки, мм	160	210 (до 407 кВт); 240 (500–814 кВт); 280 (от 950 кВт)	280 (1510 кВт); 360 (1960–2330 кВт); 400 (от 3000 кВт)
Вес котла без воды, кг	290; 290; 385; 385; 530; 530	755; 755; 1100; 1100; 1420; 1420; 1810; 1810	2640; 3280; 3720; 4760; 5650; 7020; 7110; 8870

основной нагрев теплоносителя в котельном блоке. Третий горизонтальный ход представляет собой множество маленьких трубочек, расположенных по периметру установки, в которых котловой воде передается оставшееся в дымовых газах тепло в рамках первичного нагрева пришедшего из системы остывшего теплоносителя. Для максимального улучшения теплообмена трубки третьего хода оснащены спиральными турбулизаторами.

Благодаря многолетним исследованиям компании Biasi удалось достичь оптималь-

ного баланса между эффективной теплопередачей и сопротивлением топочных газов в жаровых трубах и гидравлическим сопротивлением теплоносителя в котле, поскольку подъем нагретой воды осуществляется естественным путем. Проведенные испытания позволили добиться наиболее удачного соотношения мощности горелки и объема «водяной рубашки», аккумулирующего энергию сгорания и влияющего на цикл работы горелки.

Подача и забор теплоносителя осуществляются в верхней части котла. Расположение



Промышленный котел Biasi RCA с газовой или жидкотопливной вентиляторной горелкой с максимальной мощностью 350–1163 кВт

Фото компании-производителя.

обратной линии воды обеспечивает оптимизацию распределения воды и предотвращает расслоение, которое может быть причиной перегрева котла.

Стальные аппараты RCM, RCA и RCH являются высокоэффективными водогрейными котлами с КПД 91,3–92,3%, максимальная рабочая температура — 90 °С, минимальная температура — 50 °С, максимальное рабочее давление — 5 бар.

При подборе и эксплуатации котла и горелки важно избегать низкотемпературной коррозии, способной нанести вред стальному теплообменнику. Она возникает при конденсации продуктов сгорания на его стенках при температуре, равной «точки росы» для используемого вида топлива. При охлаждении до этого значения содержащийся в дымовых газах водяной пар становится насыщенным и переходит в жидкое состояние. В зависимости от вида и состава топлива температура начала конденсации может отличаться: для метана она составляет примерно 55–57 °С, для дизеля — около 45–50 °С. При этом вредна не столько сама вода, сколько растворенные в ней кислоты: угольная, серная, сернистая и некоторые другие. Выпадение конденсата на поверхности теплообменника возможно в начальные моменты периодического запуска котла и при поступлении в котел из обратной трубы системы отопления или из подпитки теплоносителя с температурой ниже «точки росы».

Важное значение имеют и физико-химические качества теплоносителя в отопительной системе — они участвуют в обеспечении безопасности установки и хорошей работы котла. Подпиточная вода должна обязательно подвергаться предварительной подготовке и контролю качества.

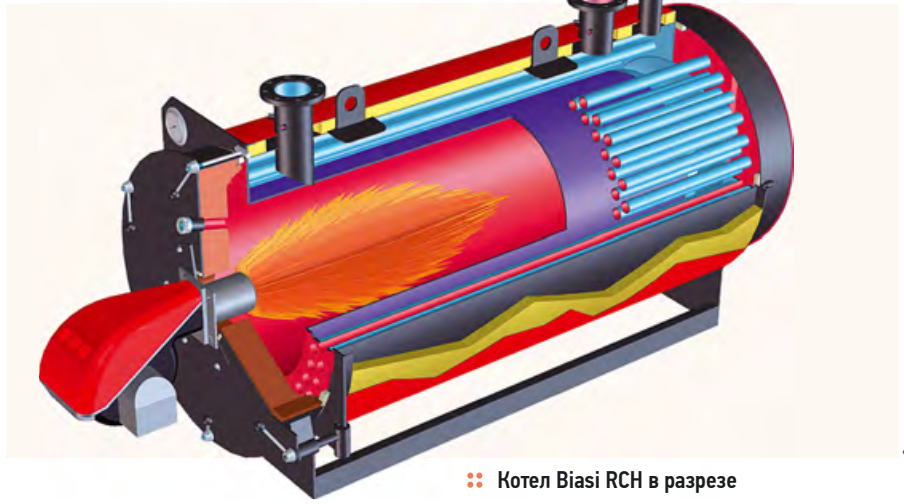


Фото компании-производителя.

Котел Biasi RCH в разрезе

Особое внимание необходимо обратить на жесткость воды, которая в идеале должна полностью отсутствовать, поскольку даже минимальная толщина накипи, изолируя стенки теплообменника, становится причиной снижения теплопроводности. В результате стенки не получают достаточного охлаждения и подвергаются перегреву, что вызывает неравномерное расширение и локальный тепловой шок. Общая жесткость воды в системе не должна превышать 20 °F.

Изделия из стали имеют ограниченную коррозионную стойкость, поэтому необходимо также контролировать содержание свободного кислорода (не более 0,0005 мг/л) и значение pH (не менее 8,5) во избежание кислотной коррозии. Максимально допустимое содержание органических субстанций предписывается 0,5 мг/л.

Стальные котлы Biasi поставляются без горелки, которая должна подбираться индивидуально в зависимости от местных условий. Они должны иметь втулку, длина которой будет слегка превышать толщину огнеупора, чтобы пламя развивалось внутри топки, а не в огнеупоре. С сериями котлов RCM, RCA

и RCH можно использовать природный магистральный газ (метан), а также дизельное горючее с вязкостью  $5,5 \pm 0,5$  мм<sup>2</sup>/с (при 20 °С). К котлам моделей RCM, RCA и RCH подходят стандартные горелки большинства известных производителей.

Панель управления котлов снабжена всеми необходимыми основными элементами: термометр котла, главный выключатель питания, индикатор сети, индикатор блокировки горелки, индикатор и выключатель насоса, аварийный термостат и терморегуляторы первой и второй ступеней. Расширенное и погодозависимое управление системой может осуществляться силами специализированных контроллеров.

Обшивка котла изготовлена из окрашенной листовой стали и покрыта защитной пленкой. На внутренней стороне обшивки имеется слой минеральной ваты. Корпус котла также покрыт слоем теплоизоляции: двойная изоляция сводит к минимуму теплопотери и обеспечивает высокий КПД. Дверца котла, которая легко открывается вправо или влево, обеспечивает удобный доступ к камере сгорания и дымогарным трубам без демонтажа горелки. Внутренняя часть дверцы покрыта высокоэффективной термоизоляцией из керамического волокна.

Немаловажное значение имеет и эффективный внешний вид, благодаря которому котлы Biasi не только обеспечивают объект теплом, но и являются украшением котельной, предметом гордости ее владельца.

Промышленные котлы Biasi установлены на многих крупных объектах в России и за рубежом. В качестве примера последних лет можно привести Тамбовский тракторный завод. Оборудование итальянского производителя снабжает теплом также административное здание в Ростове-на-Дону (два котла Biasi RCM 200), жилые дома в городе Аксае (крышные котельные на промышленных котлах Biasi RCA 600) и многие другие. ●



Фото компании-производителя.

Промышленный котел Biasi RCH с газовой или жидкотопливной вентиляторной горелкой с максимальной мощностью 1,5–6 МВт для крупных объектов

1. Настенные газовые котлы Biasi // Журнал С.О.К., №1/2011.
2. Сталь и теплообменники: богатый выбор возможностей // Журнал С.О.К., №3/2009.
3. Biasi. Техническая документация.



## Умягчение воды методом натрий-катионирования

В практике водоподготовки метод ионного обмена, в частности, натрий-катионирование, успешно используется для умягчения воды, т.е. удаления из нее катионов кальция  $\text{Ca}^{2+}$  и магния  $\text{Mg}^{2+}$ . Он получил широкое распространение благодаря высокой эффективности и скорости фильтрации, доступности реагента для регенерации.

Среди множества способов борьбы с накипью, при которых используют термический, реагентный методы, метод ионного обмена, диализ, магнитная обработка или их комбинации, наиболее распространенным в настоящее время является замещение ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  на безвредные  $\text{Na}^+$  и  $\text{H}^+$ , получивший название натрий-катионирования.

В основе метода лежит способность фильтрующего материала-ионита забирать из воды определенные ионы в обмен на эквивалентное количество собственных противоионов. Ионообменная смола состоит из зерен, в состав которых входят функциональные группы (матрицы), удерживающие катионы с более низкой динамической активностью, чем ионы, предполагаемые к удалению из раствора электролита (воды).

При попадании в раствор частицы ионита впитывают воду и разбухают, приходя в рабочее состояние. Процесс ионного обмена протекает вследствие разности концентраций воды внутри и снаружи зерна смолы, которое в данном случае выступает в качестве мембраны. Как известно, разница в концентрациях заряженных частиц по разные стороны мембраны приводит к возникновению мембранной разности потенциалов, называемой также потенциалом Доннана. Энергия вхождения различных катионов в катионит и замещения в нем противоионов зависит от их валентности, а при одинаковом заряде — от ин-

тенсивности гидратации. Из всего объема химических элементов и соединений, проникающих в зерно, задерживаются в нем только те, которые смогли вступить в прочную связь с функциональной группой. Этим и объясняется многообразие вариантов фильтрационной загрузки и ее специализация, т.е. эффективность использования по отношению к тем или иным примесям.

**Ионообменная смола состоит из зерен, в состав которых входят функциональные группы (матрицы), удерживающие катионы с более низкой динамической активностью, чем находящиеся в воде ионы жесткости**

На рис. 1 показан ряд активности некоторых металлов и соединений, участвующих в процессе ионного обмена. Поскольку натрий обладает наименьшими показателями, именно он обычно входит в состав функциональной группы катионита, используемого для умягчения воды. Ионы диффундируют через мембрану до тех пор, пока не установится электрохимическое равновесие. После чего начинается фаза т.н. «проскока» в фильтрат катионов жесткости. Данная стадия продолжается до момента уравнивания жесткости фильтрата с жесткостью исходной воды.

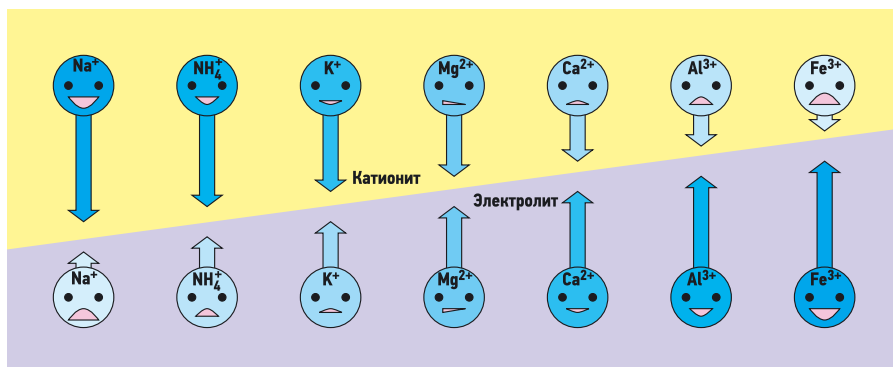


Рис. 1. Ряд активности некоторых металлов и соединений, участвующих в ионном обмене

На наружной поверхности омываемой частицы ионообменной смолы в процессе фильтрации образуется тонкая водная пленка. Скорость ионообмена зависит от скорости диффузии катионов жесткости через пленку. Скорость диффузии зависит, в свою очередь, от нескольких факторов:

**1. Структура зерна.** Важную роль в ионообменном процессе играет отношение площади обменной поверхности к размеру зерна. В компактных частицах ионный обмен протекает на поверхности (экстрамицеллярный обмен), что повышает скорость фильтрации, но ограничивает площадь обменной поверхности. В частицах с развитой структурой и диаметром пор, превышающим размер гидратированных катионов, ионный обмен происходит как на внешней,

**Скорость ионообмена зависит от площади поверхности зерна, его размера, химического состава функциональных групп, температуры фильтруемой воды, скорости потока**

так и на внутренней поверхностях (интрамицеллярный обмен). Это замедляет фильтрацию, зато позволяет обойтись меньшим количеством катионата за счет более полноценного использования.

В зависимости от размера пор выделяют следующие виды катионитов: ионообменные (смола с однородной структурой), макропористые (представляют собой губчатую структуру с диаметром пор, превышающим молекулярный размер) и гетеропористые (это гелевидная

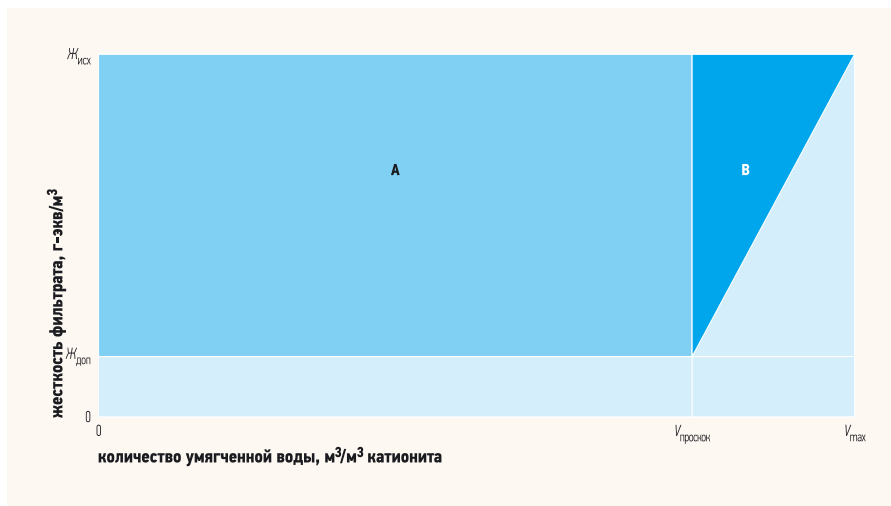
структура с небольшими порами). На основании структуры засыпки определяют рабочую и полную обменную емкости катионита, выражающую количество задержанных катионов [г-экв/л] на 1 м<sup>3</sup> катионита в рабочем состоянии до момента проскока в фильтрат катионов жесткости и до уравнивания жесткости фильтрата с жесткостью исходной воды соответственно (рис. 2).

Важное значение имеет также насыпная плотность, т.е. отношение величины частицы катионита в сухом (товарном) и разбухшем (рабочем) состоянии, а также абсолютные размеры этих частиц. Мелкозернистый катионит обладает менее развитой поверхностью по сравнению с крупнозернистым, зато с увеличением размеров зерна уменьшается гидравлическое сопротивление и, соответственно, возрастает скорость фильтрации. Оптимальным размером принято считать размеры зерен 0,3–1,5 мм.

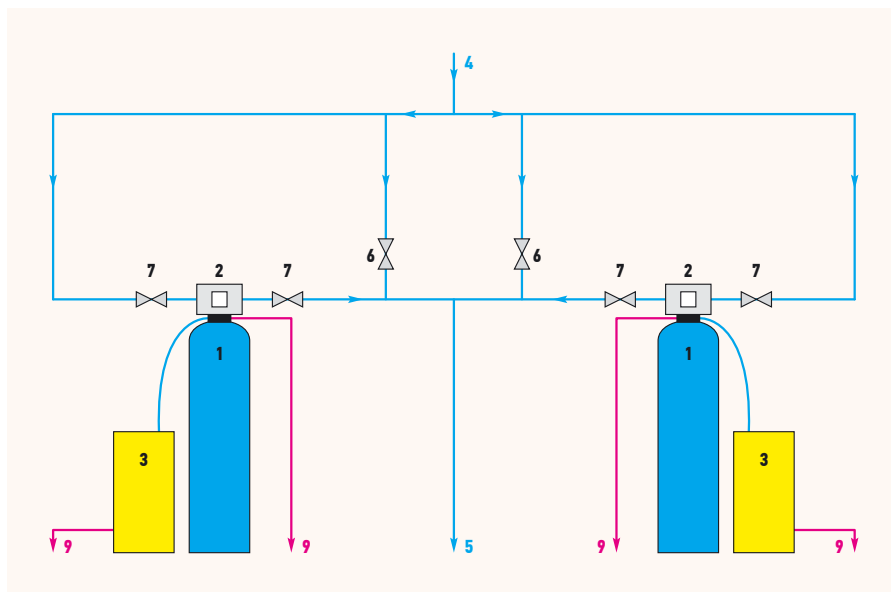
**2. Химический состав зерна.** Ассимиляция различных катионов из электролита функциональной групп ионообменной смолы зависит от фракционного состава загрузки. Катиониты подразделяются на минеральные и органические, которые, в свою очередь, могут иметь естественное или искусственное происхождение. Матрица может содержать амины, оксиды, гидроксиды, карбонаты, силикаты; сульфатные, фосфорные, фенольные, карбоксильные группы; природные минералы и другие соединения.

Ионообменная смола состоит из однотипных (монофункциональные) или различных (полифункциональные) матриц. Подвижные заряды групп могут иметь как положительный, так и отрицательный заряд. В первом случае смола обладает катионообменными свойствами, во втором — анионообменными.

**3. Температура исходного раствора.** С одной стороны, повышение температуры обрабатываемой воды способствует снижению ее вязкости, что улучшает кинетику ионообмена. С другой стороны, нагрев в сочетании с высокой щелочностью или кислотностью может приводить к пептизации (превращению в коллоидный раствор) катионита, в результате чего он теряет способность к ионному обмену. Универсальной рекомендацией в данном случае может служить соблюдение предписаний, касающихся диапазонов температуры и pH фильтруемой среды, поскольку для каждого материала они могут значительно различаться.



•• Рис. 2. Рабочая (1) и полная (1 + 2) обменная емкость катионита



•• Рис. 3. Схема установки умягчения воды с двумя параллельными корпусами (1 — корпус с фильтрующей загрузкой; 2 — блок управления с регулятором жесткости фильтрата и счетчиком расхода воды; 3 — бак с регенерирующим раствором; 4 — подающий трубопровод, исходная вода; 5 — трубопровод с фильтратом, очищенная вода; 6 — байпасный вентиль; 7 — запорный вентиль; 8 — дренажный трубопровод)



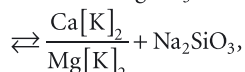
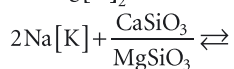
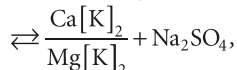
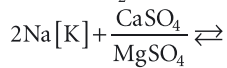
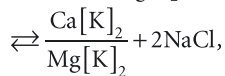
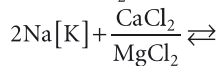
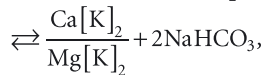
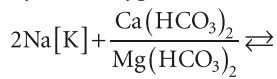
**4. Содержание механических примесей.** Взвешенные частицы, содержащиеся в фильтруемой воде, могут загрязнять и блокировать диффузные пути зерен ионита, снижая его фильтрующую способность. Это накладывает определенные ограничения на качество исходной воды: содержание взвеси не может превышать 8 мг/л, а цветность — 30°. Поэтому в системе водоподготовки ступень умягчения ставят после механической фильтрации.

**5. Скорость протока.** Толщина обволакивающей частицу ионита водяной пленки тем тоньше, чем выше скорость протока. А она, в свою очередь, связана с давлением воды на входе, а также размером зерен смолы.

### Процесс фильтрации

Фильтруемая жидкость обычно подается в колбу с ионообменной смолой сверху вниз, при этом ионный обмен между электролитом и катионитом заканчивается на определенной глубине. По мере истощения обменных свойств катионита рабочий слой постепенно смещается вниз, пока не достигнет дна емкости. Все это время жесткость фильтрата сохраняется постоянной. Скорость фильтрования обычно составляет 10–25 м/ч.

Процесс ионного обмена в натрий-катионитовых фильтрах описывается следующими уравнениями:



где  $K$  — функциональная группа.

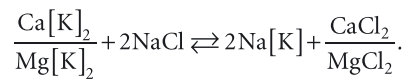
После совмещения нижней границы рабочей зоны с нижней границей засыпки в фильтрат начинают проскакивать неотфильтрованные ионы из исходного раствора, в связи с чем остаточная жесткость повышается и в конце концов достигает значения предель-

ной жесткости фильтрата, что свидетельствует об истощении катионита и необходимости регенерации.

Восстановление фильтрующей способности катионита проходит в несколько этапов: взрыхление смолы обратным потоком обработанной воды (10–15 минут, 3–4 л/с·м<sup>2</sup>), слив излишков воды для предотвращения разбавления реагента, фильтрация регенерирующего раствора прямым потоком через катионит (один-два часа, 3–5 м/ч), отмывка катионита от реагента нефильтованной водой (полчаса-час, 8–10 м/ч).

Регенерация натрий-катионитовых фильтров-умягчителей проводится обычно 5–8%-м раствором хлористого натрия, получившего широкое распространение вследствие низкой стоимости и хорошей растворимости полученных в результате регенерации солей.

Процесс регенерации описывается следующим уравнением:



Отмывка катионита после взрыхления происходит до тех пор, пока содержание хлоридов в фильтре не сравняется с отмывочной водой. Удельный вес воды на отмывку составляет около 4–5 м<sup>3</sup> на кубометр смолы.

При высоких значениях жесткости натрий-катионирование можно проводить в два этапа — первый позволяет умягчать воду до 0,05–0,1 мг-экв/л, второй — до 0,01 мг-экв/л. Отмывку катионита второй ступени производят фильтратом первой ступени. В современной практике при невысокой жесткости или отсутствии необходимости в глубоком умягчении применяют также частичное умягчение, когда фильтрации подвергается лишь часть общего объема, после чего необработанный проток и фильтрат объединяются вновь.

### Вычисление необходимого объема катионита

Основной задачей, которую требуется решить при подборе необходимого фильтра для умягчения — это определение объема загрузки  $V_k$  [м<sup>3</sup>]. Он зависит от качества исходной воды, интенсивности протока, характера работы установки, особенностей выбранного катионита и выражается формулой:

$$V_k = \frac{24QЖ_0}{n e_p^{\text{Na}}}, \quad (1)$$

где  $Q$  — расход воды через фильтр, м<sup>3</sup>/ч;  $Ж_0$  — общая жесткость исходной воды, г-экв/м<sup>3</sup>;  $n$  — число регенераций



Сделано в Италии

Delta



Настенные двухконтурные котлы с отдельными теплообменниками

23,9–32 кВт

Kappa R



Напольные чугунные котлы с одноступенчатой газовой горелкой

18–61 кВт

Super Kappa



Напольные чугунные котлы с двухступенчатой газовой горелкой

70–190 кВт

На правах рекламы.

ООО «Атлантис Термогрупп»

Москва: +7 (495) 665-0000

Санкт-Петербург: +7 (812) 224-0903

www.atlantis-tg.ru

оптовые поставки отопительной техники



Фото компании-производителя.

Характеристики компактных моноблочных установок умягчения с corp. 0817 [3] табл. 1

Показатель	Саб...560
Производительность номинальная, м³/ч	0,4
Потери напора при номинальной производительности, кг/см²	0,4–0,6
Масса поддерживающего слоя гравия, кг	–
Объем ионообменной смолы, л	8
Доза соли на одну регенерацию установки, кг, при удельном расходе соли 120 г/л смолы	1
Требуемая подача воды на обратную промывку, м³/ч, не менее	0,4
Приблизительный объем воды, расходуемый на одну регенерацию, м³	0,1
Продолжительность процесса регенерации, мин.	120
Потребляемая мощность, В	3
Размеры элементов установки (в×д×ш), мм	700 × 520 × 335
Приблизительная масса установки в сборе, кг	20
Присоединительные размеры Ду (вход/выход/дренаж), мм	25 / 25 / 15
Рекомендуемый диаметр Ду дренажного трубопровода, мм	15

Характеристики промышленных установок умягчения с corp. 2469 [3] табл. 2

Показатель	ФИП-2469...
Производительность (ном./макс.), м³/ч	7,5 / 8
Потери напора при ном./макс. производительности, кг/см²	0,8–1,0
Масса поддерживающего слоя гравия, кг	75
Объем ионообменной смолы, л	275
Габариты катионитового фильтра (в×д), мм	1753 × 610
Габариты бака-солерастворителя (в×д), мм	1100 × 710
Присоединительные размеры Ду, (вход/выход/дренаж), мм	40/40/25
Доза соли на одну регенерацию одного фильтра, кг, при расходе соли 110–120 г/л / 140–150 г/л / 200–210 г/л	37,2 / 48 / 64
Продолжительность взрыхления слоя смолы, мин.	10
Продолжительность обработки слоя смолы раствором соли и медленной отмывки, мин., при расходе соли 110–120 г/л / 140–150 г/л / 200–210 г/л	80 / 90 / 100
Продолжительность быстрой отмывки смолы, мин	14
Продолжительность заполнения бака-солерастворителя водой, мин., при расходе соли 110–120 г/л / 140–150 г/л / 200–210 г/л	10 / 12 / 16
Общая продолжительность процесса регенерации одного фильтра, мин., при расходе соли 110–120 г/л / 140–150 г/л / 200–210 г/л	104 / 114 / 124
Требуемая подача воды на обратную промывку одного фильтра, не менее, м³/ч	3,5
Объем воды, расходуемой на одну регенерацию одного фильтра, м³	2,4

фильтра в течение суток, обычно принимают  $n \leq 3$ ;  $e_p^{Na}$  — рабочая обменная емкость смолы, г-экв/м³, которую можно определить, используя данные из СНиП 2.04.02–84 [1, приложение 7] и технической документации к катиониту:

$$e_p^{Na} = \alpha_3^{Na} \beta_{Na} E_{п} - 0,5 q_y Ж_о, \quad (2)$$

где  $\alpha_3^{Na}$  — коэффициент эффективности регенерации, зависящий от расхода реагента;  $\beta_{Na}$  — коэффициент, учитывающий снижение обменной емкости катионита по  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  вследствие частичного задержания катионитов  $Na^+$ ;  $E_{п}$  — полная обменная емкость катионита, г-экв/м³;  $q_y$  — удельный расход воды на отмывку смолы, м³/м³.

**В современной практике при невысокой жесткости или отсутствии необходимости в глубоком умягчении применяют также частичное умягчение, когда фильтрации подвергается лишь часть общего потока**

Подставив (2) в (1), получим общую формулу для расчета объема загрузки:

$$V_k = \frac{24 Q Ж_о}{n (\alpha_3^{Na} \beta_{Na} E_{п} - 0,5 q_y Ж_о)}. \quad (3)$$

На основании полученных данных происходит подбор корпуса фильтра, объема бака для реагента, а также на определение режима фильтрации.

Рассмотрим несколько примеров.

### Пример 1

Произведем расчет фильтрационной установки для жилого дома с расходом воды 9 м³/мес., что составляет в среднем  $Q = 0,0125$  м³/ч. Общая жесткость исходной воды, согласно анализу, равна 10,2 г-экв/м³.

Режим водопотребления — неравномерный, с пиковыми расходами утром и вечером и минимальным расходом в ночное время, поэтому предлагается выполнять регенерацию один раз в сутки (ночью), т.е.  $n = 1$ .

По [1] вычисляем  $\alpha_3^{Na}$ :

$$\alpha_3^{Na} = 0,62 + \frac{0,74 - 0,62}{150 - 100} \times (120 - 100) = 0,668.$$

Значение коэффициента  $\beta_{Na}$  принимаем как 0,83, значение  $q_y = 6$  м³/м³ [1].

В качестве катионита выбираем смолу Lewatit S 1428 (сильнокислотный гелеобразный катионит на основе шитого полистирола) с общей обменной емкостью по паспорту  $E_{п} = 2000$  г-экв/м³.



Фото компании-производителя.

Затем подставляем исходные данные в формулу (3):

$$V_k = \frac{24 \times 0,0125 \times 10,2}{1 \times \left( \frac{0,668 \times 0,83 \times 2000 -}{-0,5 \times 6 \times 10,2} \right)} = \frac{3,06}{1078,28} = 0,00283 \text{ м}^3 = 2,83 \text{ л.}$$

В связи с тем, что самый маленький корпус, комплектуемый блоками управления, вмещает 8 л ионообменной смолы, имеет смысл организовать регенерацию не один раз в сутки, а вдвое реже, т.е. один раз в два дня:  $n = 0,5$ .



Фото компании-производителя.

Пересчитываем  $V_k$  согласно скорректированным данным:

$$V_k = \frac{24 \times 0,0125 \times 10,2}{0,5 \times \left( \frac{0,668 \times 0,83 \times 2000 -}{-0,5 \times 6 \times 10,2} \right)} = \frac{3,06}{539,14} = 0,00568 \text{ м}^3 = 5,68 \text{ л.}$$

Этому объему смолы соответствует корпус 0817, поэтому можно рекомендовать заказчику установку малогабаритную автоматизированную установку типа «кабинет» Sab...560 с корпусом данного типа (табл. 1).

### Пример 2

Рассчитаем установку умягчения, способную обеспечить жилой многоквартирный дом с расположенным на первом этаже предприятием общественного питания. Характер водопотребления и расход: 6:00–22:00 — 2,8 м<sup>3</sup>/ч, в остальное время суток — 1 м<sup>3</sup>/ч. Жесткость воды — 8,5 г-экв/м<sup>3</sup>.

Так как в ночные часы потребление воды обычно падает в 2,8 раза, для обеспечения непрерывной работы лучше поставить два корпуса, работающих параллельно, т.е. для каждого из корпусов:

$$Q = \frac{2,8}{2} = 1,4 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Регенерация будет производиться один раз в сутки ночью, сначала у одного фильтра, потом у другого:  $n = 1$ .

Коэффициент  $\alpha_{Na}^0 = 0,668$  вычисляем аналогично первому примеру, коэффициент  $\beta_{Na} = 0,81$  [1], параметры  $q_y = 6 \text{ м}^3/\text{м}^3$  и  $E_{п} = 2000 \text{ г-экв}/\text{м}^3$  также возьмем из того же приведенного выше примера 1.

Подставляем эти данные в (3):

$$V_k = \frac{24 \times 1,4 \times 8,5}{1 \times \left( \frac{0,668 \times 0,81 \times 2000 -}{-0,5 \times 6 \times 8,5} \right)} = \frac{285,6}{1056,66} = 0,27 \text{ м}^3 = 270 \text{ л.}$$

Такому объему смолы соответствует корпус 2469, поэтому рекомендуем клиенту установку на базе этого корпуса (табл. 2, рис. 3). ●

1. СНиП 2.04.02–84 (изм. 1986, попр. 2000). Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
2. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка: Учеб. пос. для ВУЗов. — М.: Изд-во МГУ, 1996.
3. Интернет-портал [www.lit-water.ru](http://www.lit-water.ru).
4. Фильтрующие загрузки. Материал с сайта [www.eco-servise.ru](http://www.eco-servise.ru).
5. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирилина Г.А. Электрoхимия. Учебник химического факультета МГУ. — М.: Химия, 2001.
6. Большая советская энциклопедия нефти и газа: [www.ngpedia.ru](http://www.ngpedia.ru).

На правах рекламы.



Сделано в Германии

UPC

UNITHERM



Циркуляционные насосы для систем отопления и горячего водоснабжения

2,5–10 м<sup>3</sup>/ч

UPC...F

UNITHERM



Циркуляционные насосы для систем отопления с фланцевыми соединениями

10–70 м<sup>3</sup>/ч

Uni-Block

UNITHERM



Модульные насосные группы для систем отопления

2,5–7 м<sup>3</sup>/ч

ООО «Атлантис Термогрупп»

Москва: +7 (495) 665-0000

Санкт-Петербург: +7 (812) 224-0903

[www.atlantis-tg.ru](http://www.atlantis-tg.ru)

оптовые поставки отопительной техники

## Газовые емкостные водонагреватели: обзор рынка

При наличии в здании отдельного газового ввода, предназначенного для водонагревательного прибора, перед проектировщиком порой стоит выбор между проточным или накопительным методом приготовления воды в контуре ГВС.

Газовые накопительные водонагреватели выпускаются в настенном (от 50 до 150 л) и напольном (от 100 л) вариантах. Описанные в обзоре водонагреватели имеют открытую камеру сгорания, т.е. используют для горения кислород из помещения, в котором они расположены. Основные элементы водонагревателя таковы:

- стальной бак, защищенный изнутри специальным покрытием и снабженный магниевым анодом либо анодом с внешним питанием для предотвращения коррозии;
- теплоизоляция толщиной от 25 до 50 мм;
- стальной наружный корпус;
- газовая горелка с пьезо- или электроподжигом газа;
- блок управления и система защиты, перекрывающая поступление газа в случае каких-либо неисправностей;
- вытяжной колпак, препятствующий обратному потоку отходящих газов.

Обычно КПД газового бойлера составляет приблизительно 90%.

Температура воды в водонагревательной емкости задается при помощи терморегулятора и поддерживается автоматически. Зажигание горелки при наличии пьезоподжига производится в два этапа: для розжига запальной горелки,

которая горит постоянно, нужно нажать кнопку, а основная горелка включается автоматически при снижении температуры воды в бойлере. Если водонагреватель оснащен электроподжигом, то этап с розжигом запальника пропускается, но вместо него необходимо подключить водонагреватель к электросети. В конструкцию некоторых газовых водонагревателей входит водяной предохранительный клапан, который защищает бак от избыточного давления. Если его нет в комплекте базовой поставки, то необ-

**Для комфортного пользования горячей водой в домах с тремя и более водоразборными точками или с пиковым водопотреблением более 10 л/мин. рекомендуется установка газового емкостного водонагревателя**

ходимо обязательно установить на подачу холодной воды группу безопасности. Большинство водонагревателей оснащены стальной горелкой для работы на магистральном природном газе, которую обычно можно при необходимости переоборудовать на эксплуатацию со сжиженным газом.



Фото компании-производителя.

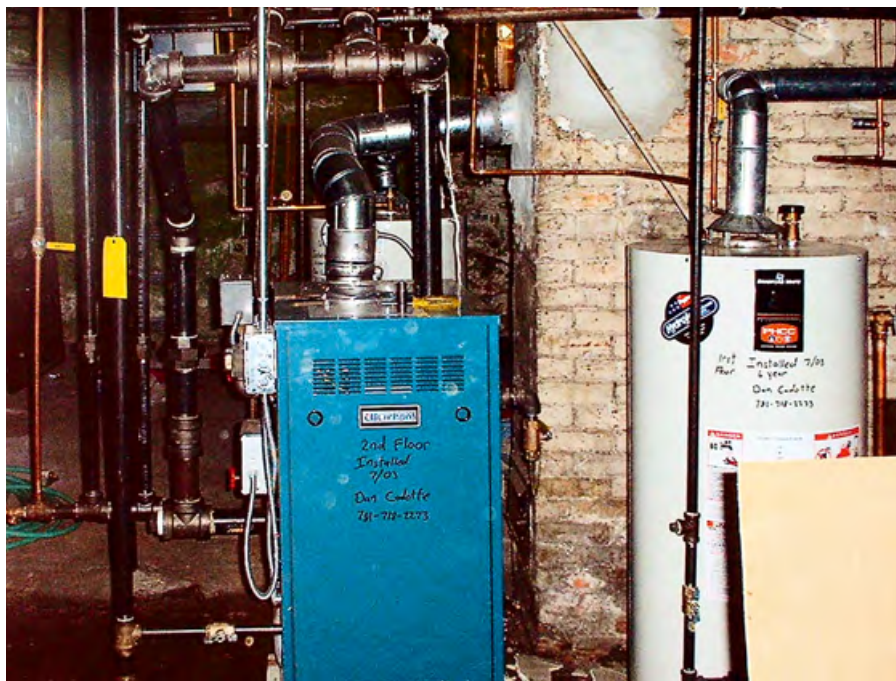


Фото компании-производителя.

Использование емкостного газового бойлера прямого нагрева можно рекомендовать в следующих случаях.

**1. Наличие значительных одновременных водопотреблений.** Максимальная мощность стандартной газовой колонки обычно составляет  $P = 24$  кВт, некоторые производители предлагают отдельные модификации с мощностью 28 кВт. От таких водонагревателей можно ожидать проток  $v$  при температуре входящей воды  $t_x = 10^\circ\text{C}$  и температуре нагретой воды  $t_r = 50^\circ\text{C}$  не более:

$$v = \frac{P\tau}{c\rho(t_r - t_x)} = \frac{28000 \times 1}{4200 \times 1(50 - 10)} = 0,17 \text{ л/с} = 10 \text{ л/мин.}$$

где  $P$  — мощность нагрева, Вт;  $\tau$  — время нагрева, с;  $c$  — удельная теплоемкость воды, равна  $4,183$  кДж/(кг·К), в приблизительных расчетах принимают значение  $4200$ ;  $\rho$  — плотность воды, равна  $0,9982$  г/см<sup>3</sup>, в приблизительных расчетах принимают значение  $1$ . Такой проток подходит для полноценного обеспечения горячей водой не более двух водоразборных точек типа душа или раковины. Двухсолитровая ванна будет наполняться примерно 20 минут, при этом вода будет иметь температуру, как указывалось выше, не более  $50^\circ\text{C}$ . Поэтому для комфортного пользования горячей водой в домах с пиковым водопотреблением, превышающим  $10$  л/мин., можно уже рекомендовать установку газовых емкостных водонагревателей, а не проточных.

**2. Необходимость нагрева воды в системе ГВС до значительных температур.** Многие газовые колонки имеют ограничение на максимальную температуру нагрева не более  $55\text{--}60^\circ\text{C}$ . Но даже если оно отсутствует, повышение температуры до, например,  $80^\circ\text{C}$  все равно пройдет с ограничениями в силу недостаточности впускного протока:

$$v = \frac{P\tau}{c\rho(t_r - t_x)} = \frac{28000 \times 1}{4200 \times 1(80 - 10)} = 0,1 \text{ л/с} = 5,7 \text{ л/мин.}$$

Поэтому, если имеется потребность в более высоких температурах, емкостной водонагреватель является наиболее простой альтернативой. Это может требоваться при различных технологических процессах, например, на пищевых производствах.

**3. Наличие большого количества водопотребителей с большой вероятностью одновременной работы.** Если предполагается, что водонагреватель

должен обеспечивать несколько водоразборных точек в одно и то же время, лучше предпочесть накопительный тип. Это поможет избежать ситуации с уменьшением температуры нагретой воды или протока. Примерами могут служить индивидуальные дома с несколькими санузлами, кафе или другие общественные заведения с несколькими раковинами, душевые на предприятиях.

Например, для одновременной работы двух душевых с расходом  $8$  л/мин. потребуется проток:  $8 \times 2 = 16$  л/мин. При таком расходе температура воды, получаемая при помощи проточного водонагревателя, не поднимется выше:

$$t_r = \frac{P\tau}{c\rho v} + t_x = \frac{28000 \times 60}{4200 \times 1 \times 16} + 10 = 35^\circ\text{C}.$$

Нагрев воды при помощи проточного газового водонагревателя будет приводить к серьезному дискомфорту, что позволяет сделать вывод о необходимости обеспечения нагрева в накопительной емкости. В данном случае при пользовании душем в течение  $15$  минут потребуется  $240$  л воды с температурой  $50^\circ\text{C}$ . Поскольку нужен не кипяток, а разбавленная вода, то используем выражение [2]:

$$c m_r (t_{\text{смеш}} - t_r) + c m_x (t_{\text{смеш}} - t_x) = 0,$$

где  $m_r$  — масса горячей воды в бойлере, численно приблизительно равна объему бойлера;  $m_x$  — масса холодной воды для подмешивания, численно приблизительно равна объему;  $t_r$  — температура горячей воды в бойлере,  $t_{\text{смеш}}$  — температура смешанной воды,  $t_x$  — температура холодной воды.

Если нагретая в бойлере вода имеет начальную температуру  $85^\circ\text{C}$ , необходимо разбавить ее ровно пополам, т.е. для обеспечения поставленной задачи подойдет газовый водонагреватель емкостью от  $120$  л.

**4. Значительная протяженность трубопроводов ГВС.** Даже если сама газовая колонка способна обеспечить комфортную температуру и проток, при большой протяженности трубопроводов (допустим, колонка, расположена на первом этаже, а водоразборная точка — на третьем в противоположном углу здания) нагретая вода успевает остыть, поэтому, если нет возможности переноса водонагревательного прибора ближе к водопотребителям, целесообразно использовать емкостной водонагреватель, прогревающий горячую воду до более высокой температуры.



Европейское качество

GWH

AEG



Газовые проточные водонагреватели с электродозжигом

17–24,4 кВт

WR...P (B), WRD...G

BOSCH



Газовые проточные водонагреватели с пьезо/электродозжигом

18–27 кВт

UDH

UNITHERM



Электрические одно/трехфазные проточные водонагреватели

4–24 кВт

На правах рекламы.

ООО «Атлантис Термогрупп»

Москва: +7 (495) 665-0000

Санкт-Петербург: +7 (812) 224-0903

www.atlantis-tg.ru

оптовые поставки отопительной техники

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

**5. Нестабильное давление газа.** Несмотря на то, что газоснабжение в России носит довольно стабильный характер, и полное отключение магистрального газа встречается нечасто, в сельской местности нередко имеют место серьезные колебания давления газа, которые приводят к значительному изменению максимальной мощности газового водонагревательного оборудования. В случае с колонкой все скачки будут сказываться на температуре и протоке нагретой воды, если же используется емкостной водонагреватель, проблема коснется лишь скорости нагрева воды.

**6. Низкое качество входящей воды.** При отсутствии предварительной водоподготовки низкое качество воды может повлиять на срок службы водонагревательного оборудования. Это касается не только высокого содержания в воде солей жесткости, но и прочих примесей — железа, песка, органических веществ и даже микроорганизмов. При карбонатной жесткости водопроводной воды в пределах 7–8 мг-экв/л скорость накипобразования составляет 2–3 мм/мес. Это может привести к значительному уменьшению внутреннего диаметра трубок газовой колонки и снижению теплоотдачи. В случае с накопительным бойлером проблема стоит не столь остро.

Стоит отметить, что вода в колонке обычно греется до более низких температур, значит, скорость накипобразования будет меньше. Кроме того, при увеличении скорости потока увеличивается касательное напряжение сдвига, приводя к размыву отложений [3].

Вероятно присутствующие в воде взвеси различных химических элементов (Si, Fe и т.д.) также с большой долей вероятности вскоре забьют тонкие трубки теплообменника газовой колонки.

**7. Низкое давление входящей воды, незначительный расход.** Газовые емкостные водонагреватели (как и вообще нагреватели накопительного типа) обладают малым гидравлическим сопротивлением: напор в точке водоразбора практически равен напору на входе.

**Газовые емкостные водонагреватели могут без проблем работать при небольшом расходе и низком давлении воды, а также в условиях нестабильного давления газа**

Емкостные водонагреватели могут без проблем работать при небольшом расходе (2,5–3 л/мин.) и низком давлении воды (для некоторых моделей хватает давления от резервуара с водой, расположенном непосредственно над аппаратом).

**8. Ограничения, связанные с дымоотведением.** По различным причинам в помещении, где предполагается установка водонагревательного прибора, может быть заложен дымоход с сечением, недостаточным для отвода продуктов сгорания от газовой колонки (для нее диаметр трубы должен быть не менее 110–130 мм). В этом случае вариант с газовым бойлером представляется наиболее оптимальным выходом из ситуации, поскольку его мощность меньше, а, значит, требуется дымоход меньшего сечения. Так, емкостному водонагревателю с тепловой мощностью 7–10 кВт достаточно диаметра 90 мм. На рынке встречаются также модели, не предусматривающие

подключения к дымоходу в принципе (их производит, например, венгерский FEG Konvektor), продукты сгорания выводятся непосредственно в помещение. Мощность таких приборов не превышает 1,8 кВт, что соизмеримо с мощностью газовой горелки обычной бытовой плиты, поэтому для удаления продуктов сгорания хватает естественной вытяжки на кухне или проветривания помещения.

**9. Ограничения по кубатуре помещения.** Этот вариант также связан с более низкой мощностью накопительных водонагревателей по сравнению с колонками. Установить же газовый проточный водонагреватель с закрытой камерой сгорания имеется возможность далеко не всегда в связи с инженерными особенностями помещения. Все вышеперечисленные случаи соответствуют и критериям выбора емкостного водонагревателя косвенного нагрева, прибора более популярного, чем водонагреватель газовый. Однако у газового бойлера есть и дополнительные преимущества перед «косвенниками».

**10. Независимость от источника отопления.** Наличие газового ввода в дом не всегда означает наличие индивидуальной системы отопления. Соответственно, для домов с центральным отоплением косвенный бойлер не подходит. Если же обогрев помещения осуществляется по индивидуальной схеме, длительное пользование горячей водой в приоритетном режиме может приводить к чрезмерному переохлаждению контура отопления: в помещении становится холодно, в котле впоследствии из-за поступления значительного объема остывшей ниже 55°C воды из радиаторов может образовываться конденсат.

Функционирование водонагревателя, не связанное с работой отопительных контуров, упрощает проектирование и монтаж системы отопления и дает больше простора для действий при пользовании горячей водой. Например, появляется возможность полностью отключить систему отопления для ремонта котла без ущерба для системы горячего водоснабжения. ●



Фото компании-производителя.

1. Газовые накопительные водонагреватели с открытой камерой сгорания // Журнал С.О.К., №4/2009.
2. Милова Л. Некоторые аспекты подбора емкостных водонагревателей // Журнал С.О.К., №6/2009.
3. Чернышев Д.В., Кулленов Н.И., Кириухин А.А. Влияние скорости теплоносителя на накипобразование в пластинчатых водонагревателях // Мат. межд. науч.-техн. конф. «Перспективы развития лесного и строительного комплексов, подготовки инженерных и научных кадров на пороге XXI века».



Посвящая себя будущему

testo 330 LL - графическая визуализация данных измерений:  
**Анализ дымовых газов,  
понятный с первого взгляда!**



На правах рекламы

## Новинка

### 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

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



Российское отделение testo AG: Тел.: (495)788-98-11; info@testo.ru; www.testo.ru

Товар сертифицирован



**AEG Haustechnik (Германия)**

Модельный ряд: **GSH** (настенные)

Стальной эмалированный внутренний резервуар оснащен защитным анодом. Максимальное рабочее давление — 6 бар. Теплоизоляция изготовлена из пенополиуретана и имеет толщину 35 мм.

Бойлеры снабжены пьезорозжигом с термоэлектрическим контролем наличия пламени. Водонагреватель оснащен датчиком выхода отходящих газов в помещение. Автоматика отключает водонагреватель, если температура воды в емкости превышает 94 °С. Водонагреватели выпускаются с нижним подключением к системе водоснабжения.

Гарантия — 3 года.

**American Water Heater Company (США)**

Модельный ряд: **Mor-Flo** (напольные), **AWH** (напольные)

Емкость водонагревателя внутри выполнена из стали (C1015 C.Q. HRS) с защитным эмалевым покрытием, имеет вертикальное расположение. В зависимости от модели водонагревателя внутри резервуара установлен на заводе один или два магниевых анода, чтобы обеспечить защиту от коррозии и продлить срок службы резервуара. У моделей AWH имеется специальное отверстие для очистки водонагревателя от отложений. Рабочее давление воды в емкости — 10 бар. Толщина теплоизоляции — от 2,5 до 5 см.

Водонагреватели Mor-Flo оснащены пьезозажиганием с термопарой для контроля пламени, В моделях AWH имеется система автоматического электронного розжига. В бойлерах Mor-Flo автоматика поддерживает необходимое давление газа перед горелкой и отключает водонагреватель, если температура воды в емкости превышает 94 °С, имеется встроенный датчик «опрокидывания» тяги. Водонагреватели AWH оснащены пятью степенями безопасности, включающими предохранительный клапан для автоматического сброса воды при перегреве или повышении давления воды в баке, два температурных датчика, систему контроля подачи газа и систему контроля отвода продуктов сгорания, которые предохраняют водонагреватель от перегрева, повышения давления, кратковременного прекращения подачи газа или электричества, обратной тяги или поломки вытяжного вентилятора.

Подключение линии рециркуляции позволяет сократить время подачи горячей воды в удаленные точки водоразбора. Имеется возможность каскадного подключения нескольких водонагревателей и/или буферной емкости для увеличения объема готовой к употреблению горячей воды.

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



•• American Water Heater Company Mor-Flo



**Ariston (Италия)**

Модельный ряд: **Super SGA** (настенные), **SGA** (напольные), **NHRE** (напольные)

Внутренняя емкость выполнена из стали с замочным соединением сварных швов (сварка Micro Plasma TIG), имеет эксклюзивное эмалевое покрытие, для дополнительной защиты от коррозии используется встроенный магниевый анод. У моделей в стандартное оснащение входит активный магниевый анод и проходящие внутри бака дымоотводящие трубы. Водонагреватели оснащены боковым фланцем для ревизии и удобства обслуживания. Максимальное рабочее давление — 8 бар (для NHRE — 7 бар). Теплоизоляция в моделях Super SGA и SGA изготовлена из пенополиуретана высокой плотности, в моделях NHRE — из специальной минеральной ваты.

Розжиг производится с помощью пьезозажигания с термопарой для контроля пламени. Водонагреватели оснащены газовым клапаном с тремя устройствами безопасности: регулировочным термостатом, термопарой и датчиком предельной температуры.

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

Гарантия — 1 год.

Фото на данной странице: компания-производитель.



**Bradford White (США)**

Модельный ряд: **M-I...BN**  
(напольные), **M-I...CX** (напольные)

Внутренняя облицовка бака выполнена из стали и покрыта слоем запатентованного в США стекловидного покрытия высокотемпературной керамики Vitaglas с высоким содержанием кремния, обеспечивающим плотный контакт с поверхностью бака, и достаточно эластичным, чтобы повторить температурные деформации стального. Система подачи воды Hydrojet создает турбулентные потоки, препятствующие выпадению твердого осадка, и увеличивает производительность. Дымоходный дефлектор служит для увеличения теплоотдачи в нижней части бака и уменьшает конвекцию в дымоходе при отключенной горелке, снижая теплопотери. Защитный магниевый анод обеспечивает дополнительную антикоррозийную защиту. Слой пенной изоляции толщиной 25 мм (для M-I-75 — 32 мм) эффективно уменьшает теплопотери.

Предусмотрен ручной розжиг длинной спичкой, имеется термопара для контроля пламени.



❖ Bradford White M-I-30S6BN

Водонагреватели оснащены стабилизатором тяги, аварийным термостатом, предохранительным клапаном, датчиком тяги. Аварийный термостат предотвращает водонагреватель от перегрева. Предохранительный клапан предотвращает чрезмерный рост давления и температуры в баке водонагревателя. При давлении 1034 кПа или при температуре 93 °С клапан открывается и стравливает лишнее давление. Встроенный датчик тяги отключает прибор при засорении дымохода. Подключение линии рециркуляции предусмотрено в месте соединения сливного крана через тройник.

Гарантия — 3 года.



**BRADFORD WHITE**  
CORPORATION

## ГАЗОВЫЕ НАКОПИТЕЛЬНЫЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ

**Обеспечение горячей водой коттеджей, офисов, административных, хозяйственных и производственных помещений.**

**Отличительные особенности:**

- быстрый нагрев большого объема воды;
- электронезависимая автоматика;
- рабочий диапазон давления газа 80–180 мм в.с.;
- слой пенной изоляции толщиной 25 или 32 мм уменьшает теплопотери;
- внутренняя поверхность бака покрыта кремнесодержащей высокотемпературной керамикой Vitraglas®;
- магниевый анод обеспечивает дополнительную антикоррозийную защиту;
- система подачи холодной воды Hydrojet® создает турбулентные потоки, увеличивая производительность и препятствуя выпадению твердого осадка;
- встроенный аварийный термостат предотвращает водонагреватель от перегрева;
- встроенный предохранительный клапан сбрасывает излишнее давление;
- датчик тяги отключает водонагреватель при засорении дымохода (входит в комплект поставки).

Модель	Объем, л	Мощность, кВт	Производительность при t = 50 °С, л/час	Габариты (диаметр x высота), мм	Масса, кг
M-I-30S6BN	114	8,80	117	457x1229	45
M-I-403S6BN	151	11,73	155	508x1270	58
M-I-50L6BN	182	11,70	155	559x1267	69
M-I-504S6BN	189	14,66	193	508x1530	68
M-I-75S6BN	284	22,29	288	622x1619	120

**ЛИТ**  
ТРЕЙДИНГ

107370, Россия, г. Москва,  
Открытое шоссе, д. 12, стр. 35  
Тел./факс: (495) 745-8935, e-mail: teplo@litopt.ru  
Офис мелкооптовых и розничных продаж:  
Москва, ул. Краснобогатырская, д. 44  
Тел.: (495) 223-31-27, (499) 269-27-10

Водонагреватели Bradford White имеют:  
- сертификат соответствия системы ГОСТ Р;  
- разрешение Федеральной службы по технологическому надзору.

**Baxi (Италия)**

Модельный ряд: **SAG2** (настенные), **SAG2 T** (напольные)

Эмалированный стальной бак водонагревателей Baxi надежно и долговременно защищен от коррозии. Встроенный магниевый анод осуществляет дополнительную активную электрохимическую антикоррозионную защиту бака изнутри. Рабочее давление воды в емкости — 8 бар. Теплоизоляция изготавливается из пенополиуретана. Отличительной особенностью всех моделей является пьезоэлектрическое зажигание с контролем наличия пламени при помощи термопары.

Предохранительный клапан на 8 бар защищает бак от избыточного давления. Имеется термостат-датчик тяги в дымоходе, немедленно прекращающий подачу газа на горелку в случае его непроходимости (засор, сильный ветер). В случае погасания горелки или запальника подача газа также прекращается автоматически. Термостат перегрева препятствует перегреву воды в случаях, когда температурный датчик не срабатывает.

В напольных моделях имеется рециркуляционный патрубок. При повышенной потребности в снабжении горячей водой возможно последовательное или параллельное подключение нескольких водонагревателей. Гарантия — 2 года.



❖❖ Электрический водонагреватель Baxi



**Chaffoteaux & Maury (Франция)**

Модельный ряд: **AG** (напольные)

Емкость водонагревателя выполнена из стали с эксклюзивным эмалевым покрытием, для дополнительной защиты от коррозии используется встроенный магниевый анод. В водонагревателе имеется газовый клапан с пьезорозжигом и с тремя устройствами безопасности: регулировочный термостат, термopара и датчик предельной температуры.

Существует возможность подключения линии рециркуляции. При необходимости получения горячей воды в больших количествах возможно последовательное/параллельное подключение.



Фото на данной странице: компания-производитель



**Tatramat (Словакия)**

Модельный ряд: **НК...К (настенные)**

Стальной эмалированный внутренний резервуар оснащен защитным анодом. Максимальное рабочее давление 6 бар. Теплоизоляция выполнена из пенополиуретана толщиной 35 мм. В водонагревателе предусмотрен пьезорозжиг с термoeлектрическим контролем наличия пламени. Водонагреватель оснащен датчиком выхода отходящих газов в помещение. Автоматика отключает водонагреватель, если температура воды в емкости превышает 94 °С. Потребление электроэнергии: подключение к электросети не требуется. Система ГВС: Водонагреватели выпускаются с нижним подключением к системе водоснабжения.

Гарантия — 5 лет.



**Vaillant (Германия)**

Модельный ряд: **atmoSTOR VGH (напольные)**

Эмалированный внутренний резервуар газового проточного водонагревателя atmoSTORE VGH оснащен защитным анодом, турбулизирующая спираль в газоходе выполнена из высококачественной стали, имеется фланец для очистки водонагревателя и кран для слива содержимого водонагревателя. Максимальное избыточное давление 10 бар. Теплоизоляция выполнена из твердого пенополиуретана толщиной 50 мм.

Предусмотрен пьезорозжиг с термoeлектрическим контролем наличия пламени. Водонагреватель оснащен датчиком выхода отходящих газов в помещении. Имеется возможность подключения циркуляционной линии горячего водоснабжения. ●

**FEG Konvektor (Венгрия)**

Модельный ряд\*: **Euro H 12 (настенный), НТ и Н (настенные/напольные)**

Стальной эмалированный внутренний резервуар газового проточного водонагревателя FEG Konvektor оснащен защитным анодом. Максимальное рабочее давление 6 бар. Теплоизоляция выполнена из пенополиуретана толщиной 35 мм. Предусмотрен пьезорозжиг с термoeлектрическим контролем наличия пламени. Водонагреватель оснащен датчиком выхода отходящих газов в помещение. Автоматика отключает водонагреватель, если температура воды в емкости превышает 94 °С. Водонагреватели выпускаются с верхним и нижним подключением к системе водоснабжения.

Гарантия — 5 лет.

\* Модели FEG Konvektor Euro H 12, НТ...KN и Н...2 не имеют подключения к дымоходу.



**СИСТЕМЫ БЫСТРОГО МОНТАЖА **LOVATO****

коллекторы  
насосные группы  
гидравлические стрелки

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

ВИБ-ТЭКС  
ВИБАТЭКС

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.

•• Технические характеристики моделей газовых емкостных водонагревателей, представленных на российском рынке

табл. 1

Производитель	Модели	Объем, л	Ном. тепл. мощность, кВт	Внутренняя емкость	Тепло-изоляция	Макс. рабочее давление, бар	Регулиров. и поддерж. темп-ры	Вид топлива	Номинал. давление газа, мбар	Розжиг	Потребление электроэнергии
<b>AEG Haustechnik</b> (Германия)	<b>GSH</b> (настенные)	80; 120; 150	5,3; 5,3; 5,6	эмалированная сталь	пенополиуретан 35 мм	6	–	природный/сжиженный газ	20	пьезо	энергонезависимый
<b>AMERICAN WATER HEATER COMPANY</b> (США)	<b>Mor-Flo</b> (напольные)	114; 151; 189; 284	9,67; 11,72; 11,72; 21,98	эмалированная сталь (C1015 C.Q. HRS)	25-50 мм	10	до 70 °С	природный газ	11,5-35,5	пьезо	энергонезависимый
	<b>AWH</b> (напольные)	284; 303; 379	36,67; 58,36; 58,36; 79,18	эмалированная сталь (C1015 C.Q. HRS)	25-50 мм	10	до 70 °С	природный газ	11,5-35,5	электр.	электроподключение 110 В/50 Гц, потребляемый ток 7 А
<b>ARISTON</b> (Италия)	<b>Super SGA</b> (настенные)	50; 75; 95	2,9; 4,4; 4,4	эмалированная сталь	пенополиуретан	8	40-72	природный газ	–	пьезо	энергонезависимый
	<b>SGA</b> (напольные)	115; 155; 195	6,38; 7,22; 8,65	эмалированная сталь	пенополиуретан	8	40-72	природный газ	–	пьезо	энергонезависимый
	<b>NHRE</b> (напольные)	185; 275; 350; 315	22; 34 или 44; 67; 99	эмалированная сталь	специальная минеральная вата	7	40-72, сверх-быстрый нагрев	природный газ	–	пьезо	энергонезависимый
<b>BAXI</b> (Франция)	<b>SAGN</b> (настенные)	50; 80; 100	3,8; 5,3; 5,3	эмалированная сталь	пенополиуретан	8	40-90	природный/сжиженный газ	20	пьезо	энергонезависимый
	<b>SAG</b> (напольные)	115; 150; 200	5,7; 6,0; 6,6	эмалированная сталь	пенополиуретан	8	40-90	природный/сжиженный газ	20	пьезо	энергонезависимый
<b>BRADFORD WHITE</b> (США)	<b>M-I...BN</b> (напольные)	114; 151; 182; 189; 284	8,8; 11,73; 11,73; 14,66; 22,29	сталь со стекло-видным покрытием	пенная изоляция 25 мм (32 мм у M-I-75...)	–	–	природный газ	13-18	ручной длинной спичкой	энергонезависимый, встроенная электронезависимая автоматика, запитанная от термогенератора, установленного в пламени запальной горелки
	<b>M-I...CX</b> (напольные)	110; 151; 182	11,7; 11,7; 11,7	сталь со стекло-видным покрытием	пенная изоляция 25 мм (32 мм у M-I-75...)	–	–	сжиженный газ	13-30	ручной длинной спичкой	энергонезависимый, встроенная электронезависимая автоматика, запитанная от термогенератора, установленного в пламени запальной горелки
<b>CHAFFOTEAUX &amp; MAURY</b> (Франция)	<b>AG</b> (напольные)	115; 155; 195	6,4; 7,2; 8,7	эмалированная сталь	–	–	–	природный/сжиженный газ	–	пьезо	энергонезависимый
<b>FEG KONVEKTOR</b> (Венгрия)	<b>Euro H 12*</b> (настенный)	12,5	1,3	эмалированная сталь	пенополиуретан 35 мм	6	–	природный/сжиженный газ	25	пьезо	энергонезависимый
	<b>HT...K</b> (настенные/напольные)	80; 120; 150	4,2; 4,7; 4,7	эмалированная сталь	пенополиуретан 35 мм	6	–	природный/сжиженный газ	25	пьезо	энергонезависимый
	<b>HT...KN*</b> (настенные/напольные)	80; 120; 150	1,8; 1,8; 1,8	эмалированная сталь	пенополиуретан 35 мм	6	–	природный/сжиженный газ	25	пьезо	энергонезависимый
	<b>H...1</b> (настенные/напольные)	80; 120; 160	4,5; 5; 5	эмалированная сталь	пенополиуретан 35 мм	6	–	природный/сжиженный газ	25	пьезо	энергонезависимый
	<b>H...2*</b> (настенные/напольные)	80; 120; 160	1,8; 1,8; 1,8	эмалированная сталь	пенополиуретан 35 мм	6	–	природный/сжиженный газ	25	пьезо	энергонезависимый
<b>TATRAMAT</b> (Словакия)	<b>HT</b> (настенные)	80; 120; 150	5,3; 5,3; 5,6	эмалированная сталь	пенополиуретан 35 мм	6	–	природный/сжиженный газ	25	пьезо	энергонезависимый
<b>VAILLANT</b> (Германия)	<b>atmoSTOR VGH</b> (напольные)	130; 160; 190; 220	6,3; 7,25; 8,2; 8,5	эмалированная сталь	пенополиуретан 50 мм	10	40-70	природный/сжиженный газ	13-20	пьезо	энергонезависимый

\* Модели FEG Konvektor Euro H 12, HT...KN и H...2 не имеют подключения к дымоходу.

## Thera 4 Classic

Удобная шкала

Корпус без щелей

Компактный дизайн

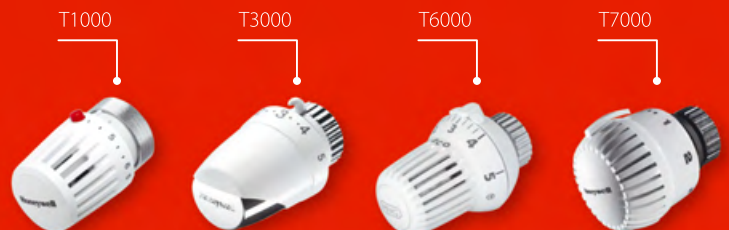
## Энергосбережение. Разумный выбор.

- Жидкостной элемент с большим сроком службы;
- Современный эргономичный дизайн;
- Высокая скорость реакции;
- Функция защиты от размораживания системы;
- Возможность ограничения диапазона регулирования;
- Модели с выносным чувствительным элементом;
- Модели в особопрочном (антивандальном) исполнении;
- Сделано в ЕС.



## Honeywell

Направление Бытовой Автоматики  
ЗАО «Хоневелл»  
Россия  
121059, г. Москва, ул. Киевская, дом 7  
Тел. +7 (495) 797-63-01; 796-98-00  
Факс: +7 (495) 796-98-92  
Web: [www.honeywell-ec.ru](http://www.honeywell-ec.ru)  
E-mail: [ec@honeywell.com](mailto:ec@honeywell.com)



ОТОПЛЕНИЕ

## Теплоснабжение воздушными тепловыми насосами

В технической документации на бытовые сплит-системы, первыми появившиеся на российском рынке, указывалось, что в качестве теплового насоса их можно использовать при температуре воздуха не ниже  $-9^{\circ}\text{C}$ . Но теперь такие системы могут работать в значительно более сложных условиях.

В те времена сплит-системы с тепловым насосом были более популярны в странах с относительно мягким климатом. Когда стало ясно, что указанное условие — это не только температурный минимум города Токио, но и рубеж, за которым при эксплуатации оборудования начинаются всевозможные технические проблемы, оптимизм в отношении использования сплит-систем для отопления слегка угас, причем, как потом выяснилось, раз и навсегда. Сегодня мечтать о подобной перспективе могут только малоискушенные дилетанты, да и то лишь до первой серьезной беседы с представителем любой специализированной фирмы.

Между тем, хотя сплит-систем, работающих только на обогрев, не существует, системы, которые на это способны хотя бы наряду с охлаждением, в Скандинавии, где сегодня они с успехом используются для теплоснабжения, называют не иначе как «тепловые насосы» — по той утилитарной функции, которая ощущается здесь наиболее полезной. В Норвегии, при населении 4,5 млн человек, статистика продаж тепловых насосов организована как скрупулезный поштучный учет. Объемы продаж воздушных тепловых насосов, которые всегда приобретаются с учетом их способности еще и к кондиционированию, в Норвегии традиционно соответствовали объемам продаж тепловых насосов прочих типов, или, во всяком случае, всегда были сопоставимы с этими показателями. Однако, в начале 2000-х годов за счет буквально взрывного скачка спроса на воздушные тепловые насосы абсолютный показатель продаж увеличился более чем в 16 раз. Столь грандиозный триумф норвежской климатической отрасли стал прямым следствием появления низкотемпературных сплит-систем, имеющих нижний предел эксплуатации на обогрев  $-20^{\circ}\text{C}$  и даже  $-25^{\circ}\text{C}$ , т.н. предприимчивые потомки викингов приспособились использовать такие сплит-системы для теплоснабжения в качестве основного источника тепла в условиях скандинавских зим.

И хотя снижение температурного уровня сыграло тут решающую роль, не последнее значение имели и те впечатляющие достоинства современных сплит-систем, которые до сих пор были доступны лишь пользователям кондиционеров. Поскольку в условиях холодного климата кондиционирование в сфере загородного строительства широкого применения не получило, у владельцев индивидуальных коттеджей только сейчас появилась возможность организовывать, безусловно, элитное по всем потребительским параметрам VIP-отопление. Современная сплит-система объединяет в себе столько уникальных потребительских опций, что возможность использовать ее для отопления открывает потребителям доступ к поистине принципиально

**Очевидно, что современными сплит-системами можно в любом из крупнейших российских городов решить задачу теплоснабжения не менее чем на 90%**

новому уровню комфорта. Система теплоснабжения в виде наружного блока объединена в сплит-системе с системой отопления в виде внутренних блоков — уникальных многофункциональных, интеллектуальных, высокоэффективных отопительных приборов. По простоте монтажа — а для установки обеих систем требуется всего три-четыре часа — такое вариант сравним лишь с пуском в эксплуатацию бытовых электрообогревателей, которые, к сожалению, крайне расточительны и громоздки настолько, что просто заполняют собой большую часть жилого пространства, в силу чего пригодны лишь для кратковременного использования как вспомогательные приборы.

Интеллектуальные способности в сочетании с максимальной сфокусированностью на качество жизни потребителя — от регулирования влажности воздуха до снабжения потребителей различными полезными для организма веществами — выводят отопление сплит-системой за рамки конкуренции со всеми остальными ранее известными способами. Вряд ли можно привести пример столь же полезного и совершенного бытового прибора, каким стал сегодня внутренний блок сплит-системы, позволивший пересмотреть представление о действительно комфортном отоплении. Часто одного внутреннего блока, благодаря его повышенным отопительным способностям, оказывается достаточно для отопления сразу нескольких помещений загородного дома, а в мульти и VRV/VRF-вариантах при минимальном количестве наружных блоков, разнообразие внутренних позволяет с помощью таких систем организовывать теплоснабжение любых, сколько угодно крупных и сложных объектов.

Уже к середине 2000-х годов темпы роста популярности низкотемпературных систем инициировали появление т.н. «гибридных сплит-систем», способных наряду с отоплением обеспечивать потребителя еще и горячей водой. Это не только позволило сформулировать полноценное комплексное предложение по экономичному теплоснабжению автономного загородного жилья посредством тепловых насосов, но и как нельзя лучше приспособило такие системы к условиям холодного климата. Напольное отопление первого этажа за счет теплоемкости стяжки, элементов стен и фундамента, а иногда и бассейна, рекомендуемого поставщиками гибридных систем, увеличивает суммарную теплоемкость объекта, что делает его более теплоустойчи-

Автор: А. СУСЛОВ, ведущий специалист ООО «АДМ»

вым к понижениям наружных температур. Кратковременные снижения температуры никак не сказываются на объекте с водяным напольным отоплением. А поскольку бетонную стяжку для напольного отопления на втором этаже деревянного дома организовывать весьма проблематично, отопление второго этажа посредством традиционной сплит-системы смотрится более органично.

Итак, налицо не только полный набор современных технических средств для наиболее привлекательного из когда-либо существовавших вариантов теплоснабжения, но уже и целая концепция их рационального применения. Первым же вопросом, возникшим при анализе такой перспективы, стал вопрос, наверняка интересующий и большинство читателей: «Как быть, когда температура опускается ниже  $-20^{\circ}\text{C}$  или  $-25^{\circ}\text{C}$ ?».

По опыту норвежских испытаний Altherma можно сказать, что кратковременные падения наружной температуры для достаточно теплоемких объектов с напольным отоплением вполне могут пройти незамеченными. Радикальное же решение не несет в себе ничего необычного и вытекает из той очевидной истины, что в условиях холодного климата речь о действительно надежном теплоснабжении можно вести только при условии, что наряду с любым, сколь угодно надежным источником тепла предусмотрен еще и резервный. В противном же случае перспектива поставить объект под угрозу чрезвычайной ситуации — всего лишь вопрос времени.

Норвежский климат суров — температура зимой ниже  $-40^{\circ}\text{C}$  здесь не редкость, и отапливаться посредством одной только сплит-системы здесь невозможно, в то время как подобное наверняка в порядке вещей для жителей того же Токио. Считается, что для России теплоснабжение сплит-системой либо нерационально в принципе, либо как минимум сопря-



жено с затратами, непропорциональными ожидаемой выгоде. В то же время рекомендацию в отношении резервного источника тепла вряд ли кто-нибудь возьмется оспаривать всерьез. Понятно, что роль этого жизненно важного элемента с успехом сможет выполнять, скажем, обычная печь. Но перспектива всерьез привязаться к такому источнику тепла подавляет энтузиазм, необходимый для более детального исследования темы.

Между тем, скажем, любителям сауны, по-видимому, вообще не стоит беспокоиться о каком-либо дополнительном источнике тепла, поскольку протапливаемая раз в неделю печь для сауны — это одновременно и резервный источник тепла, и надежный доводчик при отоплении сплит-системой. Если вы не любитель финской бани, у вас наверняка имеется камин, который при использовании в качестве резервного источника тепла даже в самом суровом из рассматриваемых ниже слу-

чаев, топить, как мы сейчас увидим, придется не больше, чем ту же печь для сауны.

Чтобы получить предметное представление о том, насколько привлекательна может быть перспектива теплоснабжения сплит-системой, необходимо понимать, что из себя должен представлять подходящий непосредственно вам резервный источник тепла и какие затраты необходимы для его организации и обслуживания. А для этого необходимо оценить вклад, ожидаемый от выбранного источника в предстоящем теплоснабжении. Очевидно, что участие резервного источника тепла в теплоснабжении воздушным тепловым насосом зависит от климатических условий места непосредственного расположения объекта. В табл. 1 приведены климатические данные российских городов, численность населения которых превысила миллион человек. Суммарно население этих городов, даже без агломераций, в полтора раза превосходит население Скандинавии. Понятно, что климатические условия где-то более суровые, а где-то более мягкие, но, например, ни в одном из этих городов средняя температура января не бывает ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ . В табл. 1 приведена продолжительность отопительных периодов при условии возникновения потребности в отоплении, начиная с температуры ниже  $16^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность наиболее холодных периодов с температурой ниже  $-20^{\circ}\text{C}$  и выше  $-25^{\circ}\text{C}$  приведена по отношению к общей продолжительности отопительного периода. Из таблицы видно, что для городов европейской части России продолжительность периодов с температурой ниже  $-20^{\circ}\text{C}$  не достигает 10% отопительного периода. В сибирских же городах менее 10% времени отопительного периода температура опускается ниже  $-25^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, очевидно, что современными сплит-системами можно в любом из крупнейших российских городов решить задачу теплоснабжения не менее чем на 90%. При этом качественное теплоснабжение гарантировано без каких-либо обязанностей со стороны потребителя, причем там, где отопительный период продолжительнее, использование тепловых насосов принесет и больше материальной выгоды.

Любой заинтересованный в подобной экономии и уникальных совершенствах элитарного VIP-отопления, взглянув на табл. 1, может получить необходимое представление о том, в течение какого времени при теплоснабжении сплит-системой ему предстоит использовать резервный источник тепла. На основании оценки вклада этого источника и затрат, неизбежно полагающихся для технической реализации, можно осознанно принять обоснованное решение как в отношении самой перспективы теплоснабжения воздушным тепловым насосом, так и в отношении резервного источника тепла. ●

●● Климатические данные российских городов-миллионников

табл. 1

Среднемесячная температура января, $^{\circ}\text{C}$		Среднестатистическая продолжительность периодов конкретных температурных градаций**, часов (%)				
		< $16^{\circ}\text{C}$	< $-20^{\circ}\text{C}$	> %	$\leq -25^{\circ}\text{C}$	> %
Ростов-на-Дону	-5,7	5750	—	$\approx 0$	—	$\approx 0$
Санкт-Петербург	-7,8	7285	132	1,8	89	1,2
Волгоград	-9,1	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
Москва	-10,2	7135	158	2,2	47	0,6
Нижний Новгород	-11,8	7135	263	3,6	80	1,1
Казань	-13,5	7459	526	7,1	107	1,4
Самара	-13,5	6522	280	4,2	5	$\ll 1,0$
Уфа	-14,9	7054	613	8,6	295	4,1
Пермь	-15,3	7459	527	7,0	62	0,8
Екатеринбург	-15,5	7339	473	6,4	187	2,1
Челябинск	-15,8	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
Новосибирск*	-18,8	7295	1053	14,4	597	7,9
Омск	-19,0	7189	903	12,5	482	6,7

\* Город Барабинск, Новосибирской области. \*\* Без учета погодных аномалий.

ОТОПЛЕНИЕ

## Концовки FAR. Надежное соединение — безупречная работа системы

Каждому монтажнику известно, что ни одна система водоснабжения и отопления, независимо от типа присоединяемых труб, не может быть смонтирована без фитингов и концовок-адаптеров. В России все большую популярность завоевывают металлопластиковые трубы. В некоторых регионах монтажники отдают предпочтение медным трубам.



Статья подготовлена пресс-службой компании «Терморос».

Одна из разработок завода FAR Rubinetteria S.p.A., выпускающего практически полный ассортимент арматуры для систем водоснабжения и отопления, — специальные адаптеры (концовки) с метрической резьбой, позволяющие соединять арматуру FAR с металлопластиковыми (МПП), пластиковыми (ПТ) и медными трубами практически всех типоразмеров. Концовки FAR с накидными гайками под метрическую резьбу 24 × 19 позволяют подсоединять напрямую металлопластиковые трубы всех присутствующих на рынке типоразмеров до внешнего диаметра 20 мм включительно. Рассматриваются только трубы, состоящие из двух слоев полиэтилена, разделенных слоем алюминия. Внутренний слой полиэтилена может быть сшитым различным способом, обозначенным как PEX-a, PEX-b, PEX-c, или термостойким, обозначенным как PT. В табл. 1 приведена выдержка из ассортимента концовок FAR для наиболее используемых металлопластиковых труб. Присоединение к трубам производится напрямую без использования переходников и промежуточных фитингов. Основная серия резьбовых соединений — концовок FAR для металлопластиковых труб состоит из ниппеля с двумя кольцевыми уплотнениями из EPDM, конусно-цилиндрической посадочной части с двумя кольцевыми уплотнениями из EPDM, цангового разрезного кольца и гайки с метрической резьбой 24 × 19 (рис. 1).

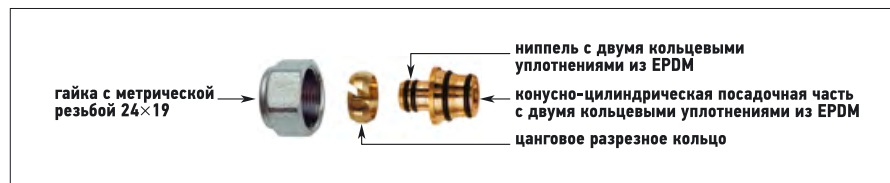
В лаборатории FAR был проведен ряд испытаний, в ходе которых исследовалась

**Одна из разработок завода FAR, выпускающего практически полный ассортимент арматуры для систем водоснабжения и отопления, — специальные адаптеры (концовки)**

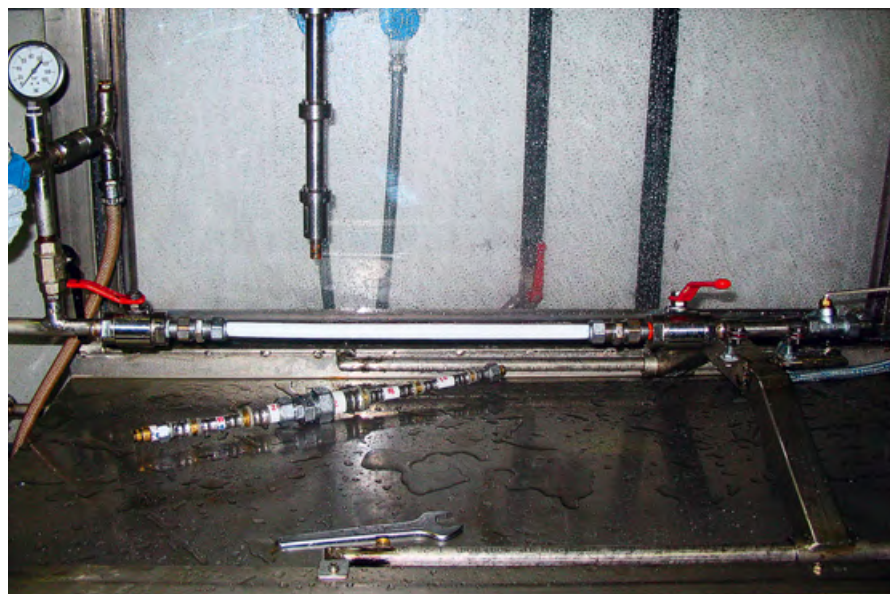
надежность концовок FAR для трех типов труб при различных условиях эксплуатации. Испытания концовок проводились в нескольких вариантах: в первом, наиболее благоприятном варианте, когда гайки закручивались гаечным ключом; вторым случаем предусматривалась возможная эксплуатационная ситуация — после закручивания гайки ее чуть ослабляли, моделируя процесс раскручивания (раскручивания) гайки в процессе эксплуатации; третий вариант был смоделирован по просьбе российских участников эксперимента — первоначально гайку затянули рукой, а затем ослабили ее, как это может произойти в процессе эксплуатации (наиболее традиционный для России вариант монтажа).

Конечно, третий способ соединения менее надежный и именно на этом примере мы опишем, что происходило в местах соединения металлопластиковой трубы и концовок FAR.

Испытательный стенд — металлопластиковая труба, заглушенная с двух сторон концовками FAR соответствующего типоразмера. С одной стороны труба крепится к жесткому соединению, а с другой — к подвижной опоре.



❖❖ Рис. 1. Концовка FAR (код 6055) для металлопластиковых труб



❖❖ Фото 1. Испытание концовок для металлопластиковых труб

Фото компании-производителя.





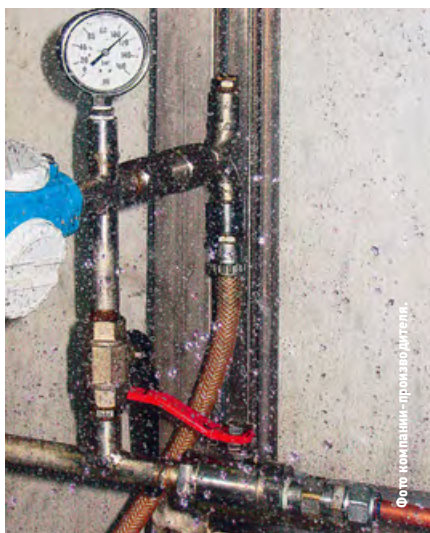
❖ Фото 2. Испытание концевок для медных труб

В ходе проведения испытания конструкция заполнялась водой, имеющей температуру 90 °С, и давление постепенно увеличивается (фото 1–3). В ходе испытаний под воздействием увеличивающегося давления металлопластиковая труба начала выгибаться, и при достижении показателя в 42 атм, она лопнула. Никаких механических смещений концевок FAR относительно трубы не наблюдалось. Даже при расконтривании гаек в местах крепления трубы отмечалась абсолютная герметичность соединений.

Такой результат объясняется несколькими факторами, отличающими концевки FAR от стандартных (типа «евроконус»):

- ❑ метрическая резьба на накидной гайке усиливает надежность соединения;
- ❑ элемент соединения с арматурой представляет собой более удлиненный цилиндр и конус (предусмотрена специальная расточка для присоединяемой арматуры);
- ❑ наличием двух уплотнений O-Ring в средних частях цилиндра и конуса.

В ассортименте FAR есть и концевки для «прямого» разборного подсоединения пластиковых труб из сшитого полиэтилена PEX. Обычно такие трубы присоединяются нераз-



❖ Фото 3. Давление в системе при испытаниях концевок для медных труб

борным способом с помощью натяжных муфт, требующих специального инструмента, что в ряде случаев затрудняет монтаж, например, при сборке коллекторов. Конструктивно концевки FAR для пластиковых труб отличаются от вышеописанных металлопластиковых как отсутствием кольцевых уплотнений на ниппеле, так и геометрией ниппеля.

Даже если гайки ослабевают после цикла нагрева/охлаждения, соединение не теряет герметичности при давлениях свыше 12 атм за счет двойных кольцевых уплотнений. Коэффициент местного гидравлического сопротивления, отнесенный к скорости в трубе, составляет приблизительно 3,2 для концевки на трубу 16 × 2, и примерно 1,8 на трубу 20 × 2.

По сравнению с адаптером «евроконус», у концевки FAR более удлиненная посадочная втулка с двумя уплотнительными кольцами на присоединяемом конусе. Это обеспечивает большую герметичность и надежность



❖ Фото 4. Концовка FAR (код 8429) для медных труб

соединения, а метрическая резьба на гайке исключает произвольное раскручивание в процессе эксплуатации. В табл. 2 приведена выдержка из ассортимента концевок FAR для наиболее используемых пластиковых труб. Концевки FAR позволяют подсоединять напрямую медные трубы диаметром от 10 до 22 мм включительно. Конструктивно концевки для медных труб представляют собой резиновые втулки из EPDM на внешнюю поверхность трубы. Их конусообразная форма сопрягается с присоединительным штуцером арматуры FAR с метрической резьбой (фото 4).

Испытания на прочность концевок для медных труб проводились в такой же последовательности, как и для металлопластиковых труб. В результате выяснилось, что медная труба начала выгибаться после 110 бар под воздействием увеличивающегося давления. Никаких механических смещений концевок FAR относительно трубы не наблюдалось.

Коллекторы, вентили, шаровые краны и др. арматура FAR с метрической резьбой на присоединительном штуцере позволяют осуществлять «прямое» подсоединение металлопластиковых, пластиковых и медных труб через концевки FAR (фото 5 и рис. 2). ●

❖ Выдержка из ассортимента концевок FAR для наиболее используемых МПТ

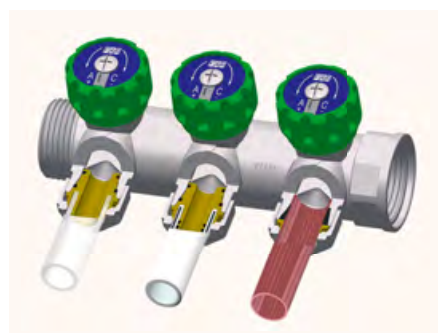
табл. 1

Код концевки	6055 65193	6055 58190	6055 58200	6055 58278	6055 150810	6055 44191	6055 80204	6055 80192	6055 80201	6055 80191
Металлополимерные трубы (МПТ)	14 × 2	16 × 2	16 × 2,25	16,2 × 2,6	17 × 2	18 × 2	20 × 2	20 × 2,25	20 × 2,5	20 × 2,9

❖ Выдержка из ассортимента концевок FAR для наиболее используемых ПТ

табл. 2

Код концевки	6052 5861	6052 80214	6052 58173	6052 80222	6052 6545	6052 5861	6052 4468	6052 6545	6052 5861	6052 4468	6052 4443	6052 15173	6052 80185	6052 4645	6052 58173	6052 4443
Пластиковые трубы (ПТ)	16 × 2	20 × 2	16 × 2,2	20 × 2,8	14 × 2	16 × 2	18 × 2	14 × 2	16 × 2	18 × 2	18 × 2,5	16 × 2,2	20 × 2,8	15 × 2,5	16 × 2,2	18 × 2,5



❖ Фото 5. Присоединение различных типов труб концевками FAR с метрической резьбой



❖ Рис. 2. Вентили FAR обеспечивают подключение всех типов труб

## Удар Жуковского в дымоходах

Удар Жуковского. Что это такое? Какие силы действуют здесь? Какие последствия он имеет для систем отвода продуктов сгорания? Какие мероприятия позволяют предотвратить данное явление? Это явление открыл в 1897–1899 годах Н.Е. Жуковский, вследствие чего скачки давления в трубопроводах часто называют «ударами Жуковского».

Из курса физики известно, что гидравлический удар (гидроудар) — это скачок давления в какой-либо системе, заполненной жидкостью, вызванный крайне быстрым изменением скорости потока этой жидкости за очень малый промежуток времени. Гидроудар может возникать вследствие резкого закрытия или открытия задвижки, крана или клапана. В первом случае удар называют положительным, во втором — отрицательным. Гидравлический удар способен вызывать образование продольных трещин в трубах, что может привести к их расколу, или повреждать другие элементы трубопровода. Гидроудары чрезвычайно опасны для такого оборудования, как теплообменники, насосы и сосуды, работающие под давлением.

Явление гидравлического удара открыл в 1897–1899 гг. Н.Е. Жуковский, вследствие чего скачки давления в трубопроводах часто называют «ударами Жуковского».

Наиболее простым примером возникновения гидравлического удара Жуковского является пример трубопровода с постоянным напором и установившимся движением жидкости, в котором была резко перекрыта задвижка (кран) или закрыт клапан. При этом в стоянке возникает частичное разрежение (вакуум). При следующем пуске насоса вода, протекающая с очень большой скоростью, заполняет вакуум и соударяется в трубопроводе с закрытым обратным клапаном и столбом жидкости над ним, вызывая скачок давления и гидравлический удар. Такой гидравлический удар способен вызвать образование трещин в трубах, разрушить трубные соединения и повредить насос.

Появление скачков давления, в принципе, чаще встречается в жидких средах, т.к. они имеют по сравнению с газами значительно более низкую степень сжатия. Однако явление Жуковского может возникать в т.ч. и в дымоотводящих системах. В системах отвода продуктов сгорания может развиваться три различных сценария:

- резкое увеличение давления (например, взрыв) и последующие его снижение (вакуум), причем отрицательное давление может быть настолько сильным, что выхлопная труба разрушается и не подлежит дальнейшему ремонту;
- внезапное отключение горелочного устройства из-за технического дефекта или просто сбоя питания;
- очень быстрое закрытие воздушного клапана горелочного устройства.

Чаще всего, на практике, наиболее распространены второй и третий из описанных выше случаев. Горелочное устройство теплогенератора отключается практически в тот же момент, когда закрывается заслонка подачи воздуха. Горячие выхлопные газы, обладающие высокой кинетической энергией и ско-

ростью потока, перемещаются по газоотводящему тракту установки, постепенно теряя скорость, за счет имеющегося сопротивления системы, и создавая после себя отрицательное давление (разряжение). Величина этого разряжения может быть настолько значительна, что выхлопная труба в этой точке (позади котла) подвергается деформациям и разрушениям, не подлежащим последующему исправлению.

### Гидроудары чрезвычайно опасны как для трубопроводов, теплообменников, насосов, так и для дымоходов

Однако следует отметить, что повреждения такого рода могут происходить, прежде всего, в системах отвода продуктов сгорания от котлов большой мощности. Как правило, речь идет об установках диаметром свыше 300 мм, выполненных из нержавеющей стали с толщиной стенки 0,4–0,6 мм, и достаточно большой эффективной высотой. Чем больше диаметр и высота дымохода, тем выше вероятность и интенсивность этого эффекта. При этом даже выхлопные системы, рассчитанные на работу под избыточным давлением, могут испытывать подобного рода пульсации.

Каким же образом возможно избежать эффекта Жуковского или минимизировать его воздействие на выхлопную систему?

Вышеуказанных явлений можно избежать при помощи систем подачи вторичного воздуха (согласно DIN 4795), которые используются в больших системах для немедленной компенсации давления. Устройства подачи вторичного воздуха также называют регуля-



✪ Николай Егорович ЖУКОВСКИЙ, великий русский ученый, создатель аэродинамики

Автор: С.В. РУДЯШКИН, руководитель технического отдела ООО «Еремиас Рус»

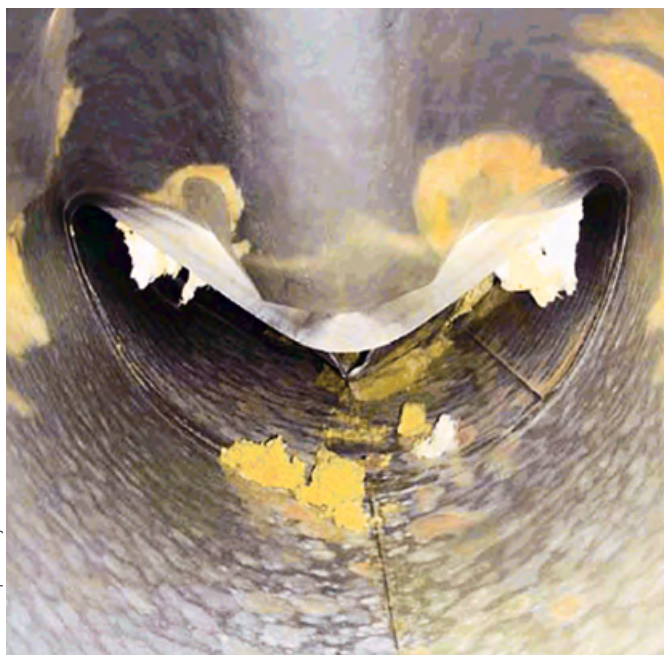


Фото ООО «Еремас-Рус»



Фото ООО «Еремас-Рус»

❖ Фото 1. Примеры воздействия удара Жуковского на систему отвода продуктов сгорания

торами тяги. Большинство современных регуляторов тяги являются интегрированными устройствами, объединяющими в себе как устройство пропуски воздуха, так и предохранительный клапан, защищающий систему отвода продуктов сгорания от возникновения больших избыточных давлений внутри нее. Это гарантирует, в случае возникновения эффекта Жуковского, немедленную стабилизацию давления внутри выхлопной установки. Поэтому, устройства этого типа разрешаются только для применения с выхлопными системами, работающими под разрежением!

Дополнительным преимуществом использования регуляторов тяги является поддер-

жание тяги внутри дымохода на заданном уровне, что гарантирует постоянное качество сгорания топлива. Ведь хорошо известно, что с падением температуры окружающего (наружного) воздуха или в ветреную погоду разрежение в системе отвода продуктов сгорания может значительно увеличиваться, что собственно приводит к снижению эффективности сжигания топлива и росту его потребления. А следовательно, напрямую влияет на КПД теплогенератора (котла).

Отсюда следует важный вывод, что применение простого и эффективного устройства подачи вторичного воздуха, позволяет обеспечить равномерное сгорание топлива,

уменьшить уровень выбросов и ощутимо сэкономить энергию. Опыт показывает, что расход топлива может быть уменьшен до 5%, а сами регуляторы тяги окупаются в течение одного-трех отопительных сезонов, в зависимости от схемы использования, характеристик и конфигурации системы дымоудаления.

Немаловажным дополнением является тот факт, что устройства подачи вторичного воздуха снижают риск возникновения неисправностей котельного оборудования по причине нарушения работоспособности газоотводящего тракта. Особенно это актуально тогда, когда котел используется для приготовления технологического тепла, ведь потери произ-



Фото ООО «Еремас-Рус»

**Использование простых и надежных устройств подачи вторичного воздуха (ограничителей тяги) позволяет снизить риск повреждения выхлопной системы и увеличить эффективность ее использования**

водства могут во много крат превысить стоимость оборудования и вызова обслуживающей организации.

Использование простых и надежных устройств подачи вторичного воздуха (ограничителей тяги) позволяет снизить риск повреждения выхлопной системы и увеличить эффективность ее использования. Ограничивая степень механического воздействия ударов Жуковского, эти устройства позволяют избежать повреждения выхлопной системы и, следовательно, избежать дополнительных весьма немалых затрат. ●

## Реальная стоимость инженерного оборудования

С переходом коммунального сектора экономики на рыночные рельсы вопрос о выборе инженерного оборудования приобрел огромное значение. Сегодня эксплуатирующие организации и ТСЖ сталкиваются с необходимостью тщательного планирования своих бюджетов.

С переходом коммунального сектора экономики на рыночные рельсы вопрос о выборе инженерного оборудования приобрел огромное значение. Сегодня эксплуатирующие организации и ТСЖ сталкиваются с необходимостью тщательного планирования своих бюджетов. Современные методы оценки стоимости оборудования основаны на анализе трех основных ее составляющих: первоначальной цены, стоимости эксплуатации и ожидаемой экономии (эффекта от применения). Однако, как показывает практика, зачастую критериями выбора становятся лишь первый и последний показатели, а иногда и вовсе только цена.

### Метод «в лоб»

Самая примитивная из используемых сегодня для оценки стоимости оборудования или реализации проекта методик применяется для расчета времени окупаемости первоначальных затрат. Например, она позволяет понять, за сколько лет полученная экономия покроет цену оборудования и стоимость его монтажа. Этот способ называют SPB-методом (Simple Payback — простая окупаемость). Существует также понятие дисконтированной окупаемости (Discounted Payback или DPB), учитывающей обесценивание денежных средств во времени. Вряд ли подобные методы можно считать исчерпывающими, ведь на практике дешевое оборудование может оказаться слишком дорогим в эксплуатации. Поэтому методики SPB и DPB часто называют «техникой приманки для рыб» (fish bait), т.к. они позволяют наглядно продемонстрировать привлекательность дешевых решений. Область применения этих методик ограничивается лишь грубым сравнительным анализом проектов, позволяющим исключить принципиально неподъемные варианты.

## Ультразвуковые расходомеры, не имеющие подвижных частей, практически не подвержены повреждениям

### Детальный анализ

Во всем мире, благодаря своей простой эффективности, большую популярность в последние годынискал метод LCC-анализа (Life Cycle Cost) или «оценка стоимости жизненного цикла оборудования». Этот метод был разработан и впервые использован в США в рамках государственных оборонных проектов. Однако в течение почти четверти века он не находил широкого применения в других отраслях. Появление и стремительное развитие новых технологий производства стали причиной перемещения методов LCC в негосударственный сектор экономики.

При оценке стоимости жизненного цикла  $C$  ее представляют как сумму стоимости оборудования  $C_0$  и основных эксплуатационных расходов  $C_3$ :  $C = C_0 + C_3$ .

Эксплуатационные расходы, в свою очередь, можно представить в виде суммы затрат на эксплуатацию оборудования в течение всего времени его использования:

$$C_3 = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

Открывают этот ряд расходы на монтаж и, в случае необходимости, первичную настройку оборудования, а замыкают — затраты на его демонтаж и утилизацию, если таковая предусмотрена. Промежуточные слабые отражают стоимость эксплуатации. Например, в их число может входить стоимость запчастей и расходных материалов, потребляемой оборудованием электроэнергией, плановых профилактических работ, обучения персонала и многое другое.



Автор: О. ЛОМАНОВА, региональный менеджер Kamstrup

# 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 энергии      потребление энергии

оборудование  
**Данфосс**  
до **40%**

**энергосбережения**

Эффект, достигаемый при применении комплексного подхода Danfoss

### От теории к практике

Сегодня LCC-анализ все шире применяется на практике и неоднократно доказывал свою эффективность. Так, использование этой методики при выборе насосного оборудования показало, что порядка 80% стоимости его жизненного цикла составляют расходы на потребляемую электроэнергию. Именно поэтому цена, например, циркуляционного насоса для системы отопления имеет значение только в совокупности с классом его энергоэффективности.

Другой актуальный для России пример — узел учета тепловой энергии, которым должно быть оборудовано сегодня любое предприятие и каждый жилой дом. *«Предлагая заказчику решение по организации коммерческого учета тепла, мы всегда стараемся убедить его в необходимости использовать качественные и надежные приборы с большим сроком эксплуатации, например, теплосчетчики Multical, — говорит Игорь Поляков, инженер-теплотехник ПКП «Девятый трест» (г. Ижевск). — И это ни в коей мере не объясняется желанием продать более дорогой товар, как считают некоторые клиенты. Дело в том, что в своей практике мы систематически сталкиваемся с ненадежностью продукции ряда отечественных производителей. Проработав один-два года, счетчик выходит из строя и требует замены. Причем отказывает вычислитель, не подвергающийся никаким механическим нагрузкам. Если посчитать суммарную стоимость всех приборов, которые придется сменить за 10–15 лет, то становится очевидной бессмысленность рассуждений об экономии за счет цены оборудования. К сожалению, людям свойственна привычка учиться только на своих ошибках: обычно после первой же поломки клиенты сами просят нас установить качественный теплосчетчик».*

Другой пример — продолжение предыдущего, только здесь речь идет о конструкции первичных преобразователей. В трубопрово-

### Решение проблем ЖКХ требует стратегического подхода, учитывающего не только сиюминутную выгоду

дах российских систем отопления вода грязная и жесткая, содержащая шлам, в частности, металлизированную взвесь. Если использовать, например, магнитно-индукционные расходомеры, которые чувствительны к проводимости воды, погрешность измерений уже через несколько месяцев эксплуатации начинает превышать допустимые нормы. Затем показания прибора все больше отличаются от фактического расхода, и к стоимости эксплуатации системы придется добавить расходы на ремонт или замену преобразователей.

Напротив, ультразвуковые расходомеры, не имеющие подвижных частей, практически не подвержены повреждениям. Так, недавно в одну из лабораторий Санкт-Петербурга из города Ломоносов прислали для поверки расходомер Ultraflow первой серии, выпущенный еще в конце 1980-х годов. Устройство проработало более 20 лет и продолжает исправно служить до сих пор.

### К вопросу об эффективности

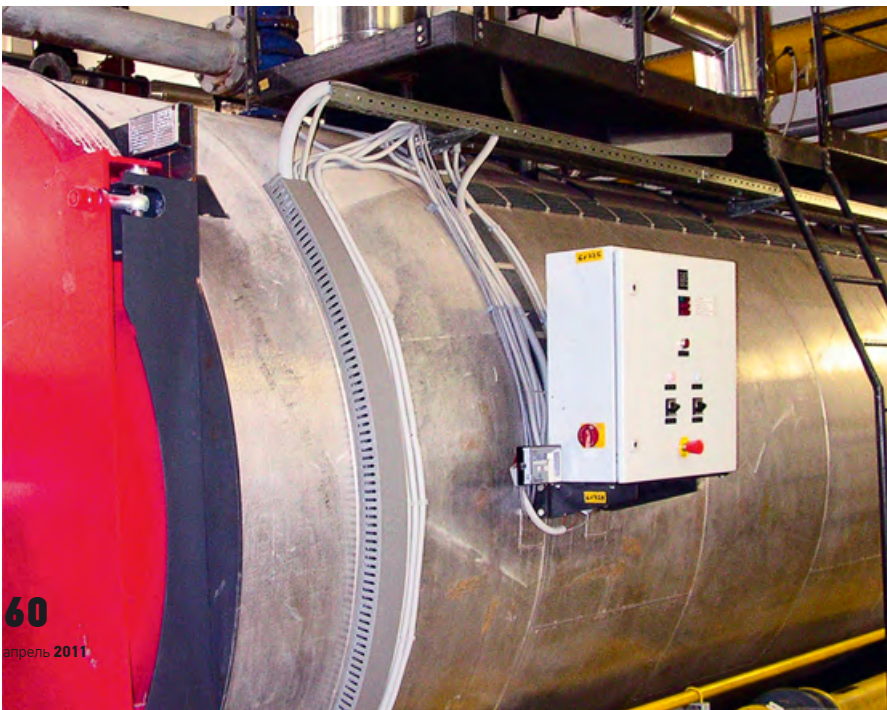
Очень часто экономия, полученная в результате применения дорогостоящих решений, может не только оправдать их цену, но и привести к повышению рентабельности смежных процессов. *«Сегодня многие руководители уделяют большое внимание регулированию потребления тепла. И это действительно эффективно, но только при наличии учета. Ведь невозможно регулировать неизвестное количество тепла! Невозможно поставить задачу сократить потребление без четкой картины текущего расхода! Поэтому качественный учет является необходимым условием экономного использования энергии, краеугольным камнем энергосбережения»*, —

отмечает Татьяна Кислякова, директор по продажам и маркетингу российского представительства компании Kamstrup, мирового лидера по производству приборов учета тепла.

Рассмотрим характерный пример: как установка теплосчетчика способствует модернизации системы теплоснабжения и повышению ее рентабельности. Потребители, как правило, устанавливают приборы учета в расчете на снижение платежей за коммунальные услуги. По словам Игоря Полякова (ПКП «Девятый трест»), при комплексной автоматизации отопительных систем примерно четверть экономии тепла (и средств на его оплату) дает переход к расчетам по показаниям теплосчетчиков. Ничего удивительного в этом нет: фиксированные тарифы на тепло нередко завышены, поэтому реальное потребление значительно меньше. Если же фактическое потребление оказывается достаточно высоким, потребитель стремится снизить его за счет применения тепловой автоматики (ИТП, балансировки, терморегулирования). То есть, результатом перехода к приборному учету тепла становится модернизация системы отопления сначала отдельно взятого дома. В дальнейшем данный процесс постепенно охватывает и всю теплотель в целом. В первое время снижение объемов потребления влечет за собой и уменьшение доходов тепловой компании, делая очевидной необходимость увеличения ее рентабельности. Руководство теплотели вынуждено принимать меры по устранению утечек, автоматизации котельных, внедрению современных систем диспетчеризации и пр. Все это позволяет значительно увеличить эффективность городской инфраструктуры и коммунального хозяйства в целом.

Одним из примеров может служить опыт Череповца. Здесь приборами учета оборудовано примерно две трети всех жилых зданий, при этом стоимость тепловой энергии для городских потребителей одна из самых низких в стране, а череповецкая теплотель по своему экономическому и техническому состоянию выгодно отличается от большинства подобных предприятий в других регионах.

Решение проблем ЖКХ требует стратегического подхода, учитывающего не только сиюминутную выгоду. Тогда применение эффективного оборудования на одном из участков системы стимулирует повышение ее рентабельности и жизнеспособности в целом. Инженерное оборудование в ЖКХ — начальная ступень развития крупнейшей отрасли экономики России, от этого зависит, насколько прогрессивные и цивилизованные отношения сложатся в жилищно-коммунальном хозяйстве. Необходимо понимать, что каждый элемент такой сложной системы как теплоснабжение, должен работать эффективно и безотказно. Только так можно добиться наилучшего соотношения «цена/качество» услуги. ●



[ Воздух ]

[ Вода ]

[ Земля ]

[ Buderus ]

Отопительные котлы –  
Солнечные коллекторы –  
Тепловые насосы

## Эксперт в области энергоэффективных решений



Buderus – это производитель и комплексный поставщик современной энергоэффективной отопительной техники и систем комфортного климата. Наше оборудование позволяет значительно снизить потребление энергии и сократить вредное воздействие на окружающую среду.

Выбирая Buderus, Вы выбираете надежность, экономичность и высокое качество немецкого оборудования, а также широкую сеть сервисных партнеров, наличие запасных частей на складах и регулярное обучение в учебных центрах Buderus специалистов монтажных, проектных и эксплуатирующих организаций.

Ваши преимущества в получении всего оборудования из одних рук – это простота монтажа отопительной системы, т.к. все элементы системы отлично согласуются между собой, упрощение логистики и снижение сроков поставок на объект, получение подробной технической документации и, при необходимости, консультации квалифицированных технических специалистов Buderus.

**Тепло – это наша стихия**

[www.buderus.ru](http://www.buderus.ru)  
Телефон горячей линии +7 495 510 33 10

**Buderus**

## Тепловые насосы: расчет, выбор, монтаж

Использование альтернативных экологически чистых источников энергии может предотвратить назревающий энергетический кризис. Наряду с поисками и освоением традиционных источников (газ, нефть), перспективным направлением является использование энергии, накапливаемой в водоемах, грунте, геотермальных источниках, технологических выбросах (воздух, вода, стоки и др.).

### Принцип действия теплового насоса

Использование альтернативных экологически чистых источников энергии может предотвратить назревающий энергетический кризис. Наряду с поисками и освоением традиционных источников (газ, нефть), перспективным направлением является использование энергии, накапливаемой в водоемах, грунте, геотермальных источниках, технологических выбросах (воздух, вода, стоки и др.). Однако температура этих источников довольно низкая (0–25 °С) и для эффективного их использования необходимо осуществить перенос этой энергии на более высокий температурный уровень (50–90 °С). Реализуется такое преобразование тепловыми насосами (ТН), которые, по сути, являются парокомпрессионными холодильными машинами (рис. 1).

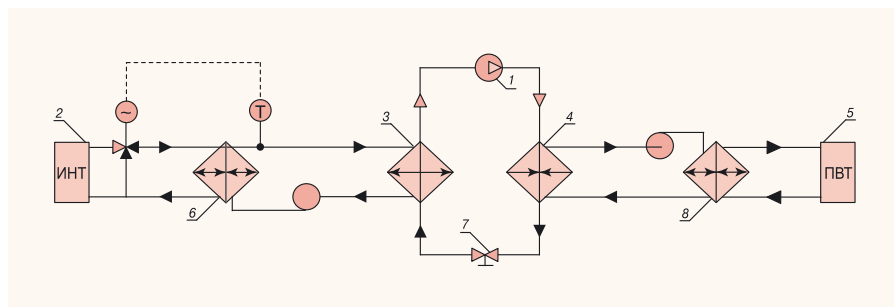
Низкотемпературный источник (ИНТ) нагревает испаритель 3, в котором хладагент кипит при температуре –10...+5 °С. Далее тепло, переданное хладагенту, переносится классическим парокомпрессионным циклом к конденсатору 4, откуда поступает к потребителю (ПВТ) на более высоком уровне.

Тепловые насосы используют в различных отраслях промышленности, жилом и общественном секторе. В настоящее время в мире эксплуатируется более 10 млн тепловых насосов различной мощности: от десятков киловатт до ме-

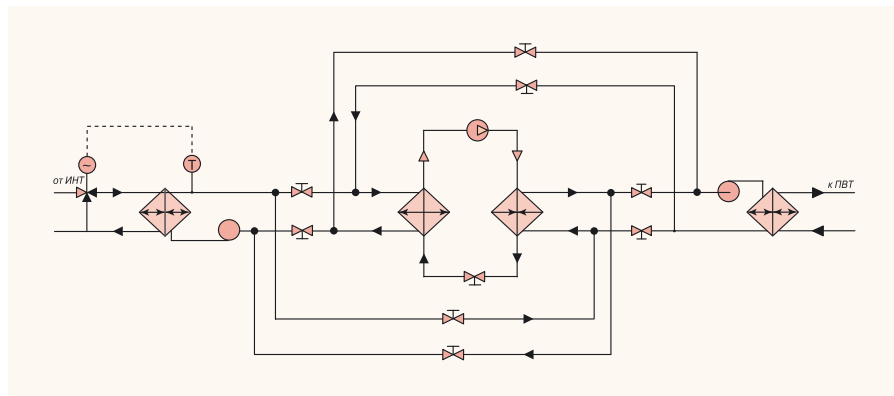
**В настоящее время в мире эксплуатируется более 10 млн тепловых насосов различной мощности: от десятков киловатт до нескольких мегаватт**

гаватт. Ежегодно парк ТН пополняется примерно на миллион единиц. Так, в Стокгольме тепловая насосная станция мощностью 320 МВт, используя зимнюю морскую воду с температурой +4 °С, обеспечивает теплом весь город [4]. Еще в 2004 г. мощность тепловых насосов, установленных в Европе, составляла 4531 МВт, а во всем мире тепловыми насосами уже была получена тепловая энергия, эквивалентная выделяемой при сгорании 1,81 млрд м<sup>3</sup> природного газа.

Энергетически эффективны тепловые насосы, использующие геотермальные и подземные воды. В США федеральным законодательством утверждены требования по обязательному использованию геотермальных тепловых насосов (ГТН) при строительстве новых общественных зданий. В Швеции 50 % всего отопления обеспечивается геотермальными тепловыми насосами. К 2020 г. по прогнозам Мирового энергетического комитета доля геотермальных тепловых насосов составит 75 %. Срок службы ГТН составляет 25–50 лет. Перспективность применения тепловых насосов показана в [5].



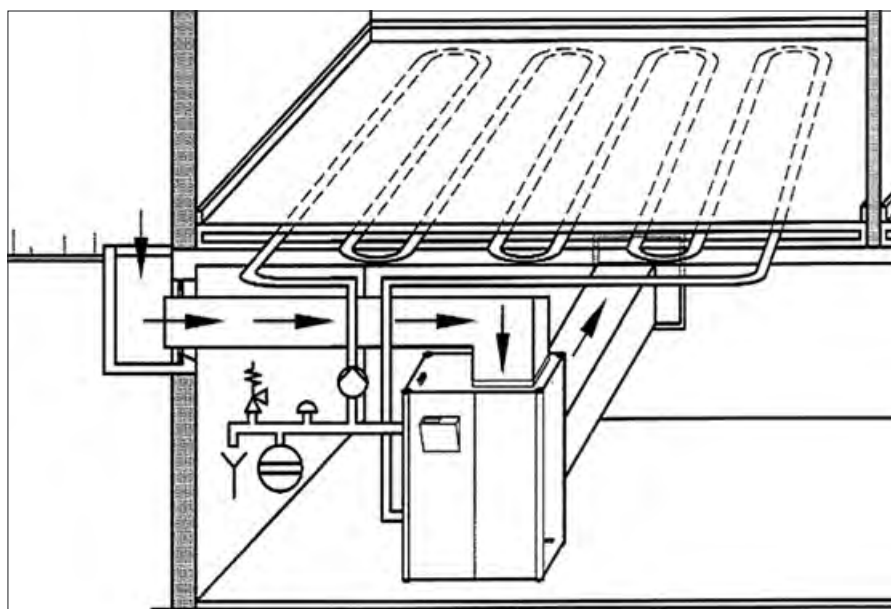
⦿ Рис. 1. Схема гидравлическая теплового насоса (1 — компрессор; 2 — источник теплоты низкого уровня, ИНТ; 3 — испаритель теплового насоса; 4 — конденсатор теплового насоса; 5 — потребитель теплоты высокого уровня, ПВТ; 6 — низкотемпературный теплообменник; 7 — регулятор потока хладагента; 8 — высокотемпературный теплообменник)



⦿ Рис. 2. Схема теплового насоса с обратимым гидравлическим циклом

Автор: Е.С. БОНДАРЬ, к.т.н., ректор Академии кондиционирования Mitsubishi Heavy Industries при ООО «Ивик», академик МАХ, вице-президент «АВОК-Украина»





❖ РИС. 3. Схема теплового насоса «воздух-вода»

Тепловые насосы подразделяют по принципу действия (компрессорные, абсорбционные) и по типу цепи передачи тепла «источник-потребитель». Различают следующие типы тепловых насосов: «воздух-воздух», «воздух-вода», «вода-воздух», «вода-вода», «грунт-воздух», «грунт-вода», где первым указывается источник тепла. Если для отопления используется только тепловой насос, то система называется моновалентной. Если дополнительно к тепловому насосу подключается другой источник тепла, работающий отдельно или параллельно с тепловым насосом, система называется бивалентной.

Тепловой насос с гидравлической обвязкой (водяными насосами, теплообменниками, запорной арматурой и др.) называют тепловой насосной установкой. Если среда, охлаждаемая в испарителе, такая же, как и среда, нагреваемая в конденсаторе («вода-вода», «воздух-воздух»), то путем изменения потоков этих сред можно изменить режим ТН на обратный (охлаждение на нагрев и наоборот). Если среды — газы, то такое изменение режима называют обратимым пневматическим циклом, если жидкости — обратимым гидравлическим циклом (рис. 2). В случае, когда обратимость цикла осуществляется изменением направления хладагента с помощью клапана обратимости цикла, используют термин «тепловой насос, работающий в обратимом холодильном цикле».

## Низкопотенциальные источники тепла

### 1. Воздух

В системах кондиционирования широко используются тепловые насосы типа «воздух-вода». Наружный воздух поддувается через испаритель, а тепло, от-

водимое от конденсатора, нагревает воду, используемую для обогрева помещения в помещении (рис. 3). Преимуществом таких систем является доступность низкопотенциального источника тепла (воздуха). Однако температура воздуха изменяется в большом диапазоне, достигая отрицательных значений. При этом эффективность теплового насоса сильно снижается. Так, изменение температуры наружного воздуха с  $+7^{\circ}\text{C}$  до  $-10^{\circ}\text{C}$  приводит к снижению производительности теплового насоса в полтора-два раза.

Для подачи воды от ТН к обогреваемым помещениям в них устанавливают теплообменники, именуемых в литературе «фанкойлами». Вода к фанкойлам подается гидравлической системой — насосной станцией (рис. 4).

Для повышения точности поддержания температуры в помещении и уменьшения инерционности в гидравлической системе устанавливаются аккумулярую-

щие баки. Емкость аккумулятора бака  $V_{аб}$  [л] может быть определена по формуле [8]:

$$V_{аб} = \frac{8,65 Q_x - 0,21 V_{п} - 1,2 V_{сист}}{Z}, \quad (1)$$

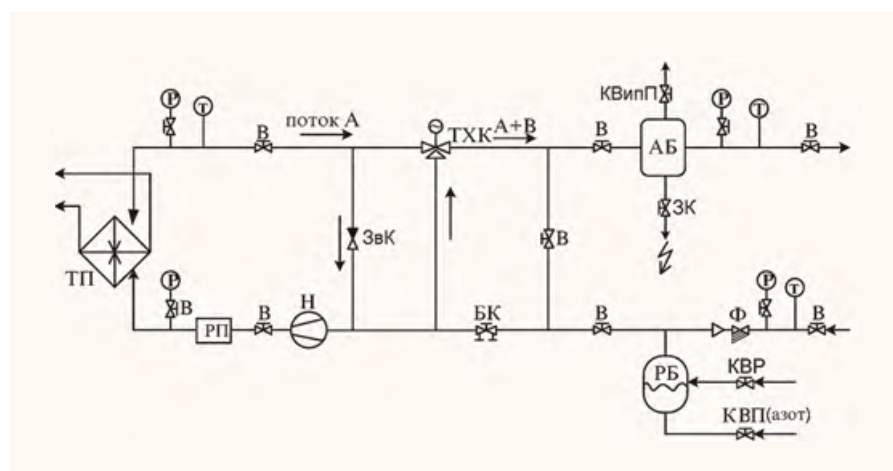
где  $Q_x$  — холодопроизводительность ТН, кВт;  $V_{п}$  — объем охлаждаемых помещений,  $\text{м}^3$ ;  $V_{сист}$  — количество воды в системе, л;  $Z$  — количество ступеней мощности ТН. Если  $V_{аб}$  получится отрицательным, то аккумуляторный бак не устанавливают.

Для компенсации температурного расширения воды в гидравлической системе на всасывающей стороне насоса устанавливают расширительные баки. Объем расширительного бака  $V_{рб}$  [л] определяется по формуле [8]:

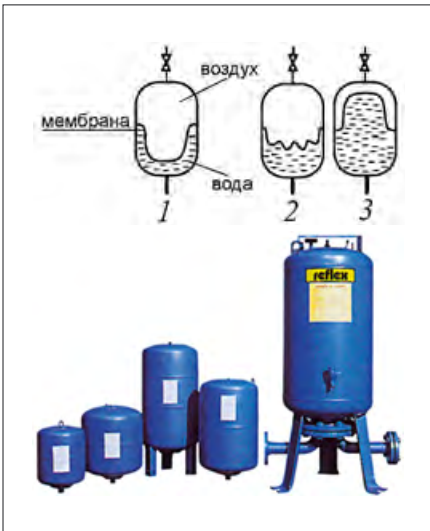
$$V_{рб} = \frac{V_{сист} k \Delta t}{1 - \frac{1 + P_{сист}}{1 + P_{пред}}}, \quad (2)$$

где  $V_{сист}$  — объем системы, л;  $k$  — коэффициент объемного расширения жидкости (вода —  $3,7 \times 10^{-4}$ , антифриз —  $(4,0-5,5) \times 10^{-4}$ );  $\Delta t$  — перепад температуры жидкости (при работе только в режиме охлаждения  $\Delta t = t_{окр} - 4^{\circ}\text{C}$ , а при работе только в режиме теплового насоса  $\Delta t = 60 - 4 = 56^{\circ}\text{C}$ );  $P_{сист}$  — давление в системе;  $P_{пред}$  — настройка предохранительного клапана.

Давление в системе  $P_{сист}$  зависит от взаимного расположения насосной станции и конечного потребителя (фанкойла). Если насосная станция расположена ниже потребителя, то давление  $P_{сист}$  определяют как максимальный перепад высот (в барах) плюс 0,3 бар. Если насосная станция расположена выше всех потребителей, то  $P_{сист} = 1,5$  бар.



❖ РИС. 4. Схема насосной станции (Р — манометры; РБ — расширительный бак; АБ — аккумуляторный бак; РП — реле протока; Н — насос; БК — балансный клапан; Ф — фильтр; ОК — обратный клапан; В — вентиль; Т — термометр; ПК — предохранительный клапан; ТП — теплообменник «фреон-жидкость»; ТХК — трехходовой клапан; КВПЖ — клапан подпитки жидкости; КВП — клапан подпитки воздуха; КВВ — клапан выпуска воздуха)



**Рис. 5.** Конструкция расширительного бака (1 — положение мембраны перед установкой, предварительная накачка воздухом на 0,1–0,3 бар; 2 — положение мембраны после подключения бака к сети; 3 — положение мембраны при температурном расширении жидкости)

Расширительный бак предварительно накачивается воздухом до давления, на 0,1–0,3 бар меньше расчетного, а после монтажа давление доводится до нормы. Конструкция расширительных баков показана на рис. 5. Выпускаются расширительные установки, поддерживающие давление с водяной стороны в больших по объему системах отопления и кондиционирования. Установка оснащена свободно программируемым процессором и может быть подсоединена с помощью интерфейса к центральному пульту управления. Это упрощает контроль над функционированием системы.

Технические характеристики: объем 200–5000 л; максимальное избыточное давление — 10 бар; максимальная температура — 120 °С.

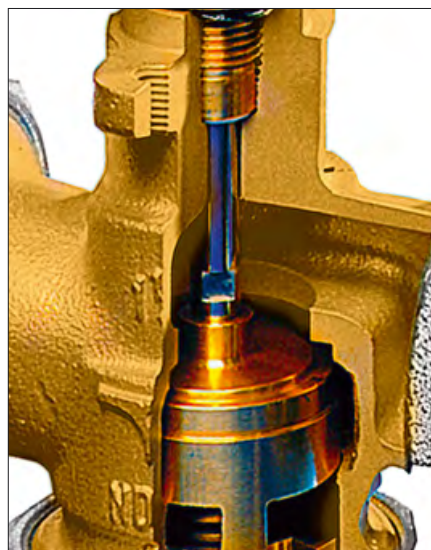
Реле протока (РП) отключает холодильную машину при отсутствии потока жидкости, что предупреждает замерзание жидкости в теплообменнике (ТП). Трехходовой клапан смешивает два потока жидкости («А» и «В»), поддерживая заданную температуру жидкости. Управляется трехходовой клапан микроконтроллером. Конструкция трехходового клапана приведена на рис. 6. В нижнем крайнем положении запорного конуса проход потоку «В» закрыт, в верхнем положении конуса закрыт проход потоку «А». Для перемещения запорного конуса на весь ход от одного до другого крайнего положения подается управляющее напряжение питания на электропривод в диапазоне от 0 до 10 В. Питание электродвигателя — 24 В. С вы-

хода привода выдается контрольный сигнал о положении запорного конуса. Время полного хода конуса составляет 100–150 с. Имеется возможность ручного перемещения конуса с помощью шестигранного ключа.

Перетечки жидкости при закрытом канале не превышают 1% от пропускной способности. В случае неисправности трехходового клапана и гидравлической системы после трехходового клапана жидкость будет циркулировать через обратный клапан (ОК).

Для установки расчетного расхода жидкости в системе используется балансирующий клапан, который представляет собой высокоточный клапан ручного или автоматического регулирования. На нем имеются выходы для измерения расхода и давления жидкости. Выпускаются балансирующие клапаны, настраиваемые налагодочным контроллером, для чего в последний вводятся расчетные значения расхода и давления, после чего контроллер автоматически устанавливает балансирующий клапан в необходимое положение.

К расширительному баку подключаются клапаны подпитки жидкости (КПЖ) и клапаны подпитки воздуха (КПВ). При установке фильтра (Ф) обращайте внимание на направление потока жидкости через фильтр. В верхней точке гидравлической схемы устанавливается автоматический воздуховыпускной клапан (ВК). Предохранительный клапан настраивается по предельно допустимому давлению самого слабого элемента в сети плюс 1 бар (7–10 бар). При необходимости работать по бивалентной схеме можно параллельно ТН подключить бойлер с электроподогревом.



**Рис. 7.** Трехходовой клапан для регулирования расхода жидкости

## 2. Вода

В тепловых насосах с водяными источниками тепла (реки, озера, моря) используется накопленная энергия Солнца. Эта энергия является идеальным источником для тепловых насосов, т.к. она поступает непрерывно, хотя и является менее доступной, чем воздух. Температура воды в незамерзающих водоемах не опускается ниже 4 °С, а артезианская вода имеет почти постоянную температуру 10–12 °С. Учитывая, что при отборе тепла воду нельзя охлаждать ниже 0 °С, перепад температуры на теплообменнике составляет несколько градусов. При этом для увеличения отбора необходимого количества тепла требуется увеличивать расход воды. Для ТН небольшой мощности не рекомендуется качать грунтовую воду с глубины более 15 м. В противном случае потребуются большие затраты на насосы и их эксплуатацию.

Контур отбора тепла из водоема может быть открытым или закрытым. В первом случае вода из водоема перекачивается через охладитель, охлаждается и возвращается в водоем (рис. 9). Такая система требует фильтрации подаваемой в охладитель воды и периодической чистки теплообменника. Как правило, устанавливается промежуточный разборный теплообменник. Забор и возврат воды должны осуществляться в направлении потока грунтовых вод, чтобы исключить «байпасирование» воды. Заборная магистраль должна оснащаться обратным клапаном 4, располагаемым в точке забора или после глубинного насоса 5. Подвод и отвод грунтовых вод к тепловому насосу необходимо защитить от замораживания и прокладывать с наклоном в сторону скважины. Расстояние между заборной 2 и возвратной 1 скважинами должно быть не менее 5 м. Точка выхода воды в возвратной скважине должна быть ниже уровня грунтовых вод.

Объемный расход воды определяется из холодопроизводительности ТН:

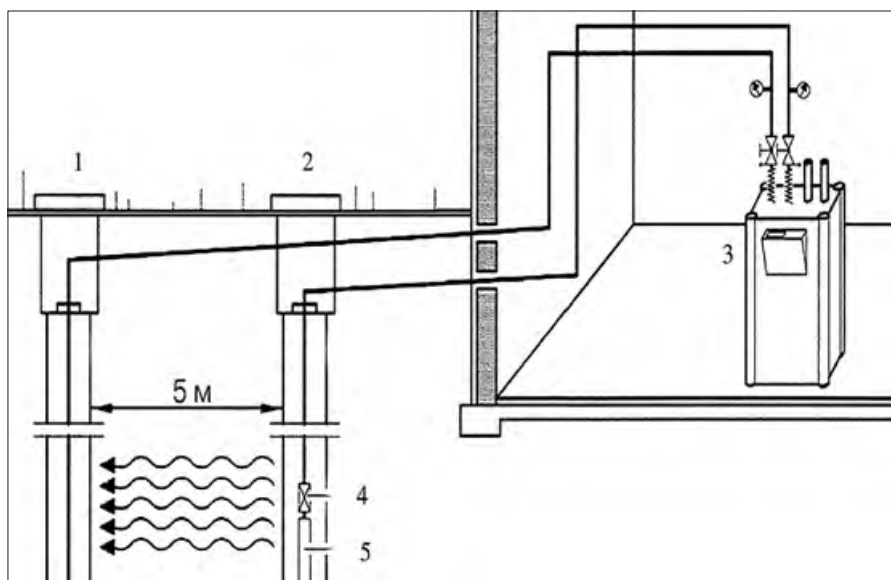
$$Q_x = L \rho c_p \Delta t, \quad (3)$$

где  $L$  — объемный расход воды, м<sup>3</sup>/ч;  $c_p$  — удельная теплоемкость воды, 1,163 × 10<sup>-3</sup> кВт·ч/(кг·К);  $\rho$  — плотность воды, 1000 кг/м<sup>3</sup>;  $\Delta t$  — разность температур заборной и возвратной воды. Отсюда:

$$L = \frac{Q_x}{\rho c_p \Delta t}. \quad (4)$$

Если принять  $Q_x = 12$  кВт (определяется по паспорту теплового насоса), а  $\Delta t = 4$  К, то  $L$  [м<sup>3</sup>/ч] будет равно:

$$L = \frac{12}{1,163 \times 10^{-3} \times 1000 \times 4} = 2,58.$$



•• Рис. 7. Тепловой насос, использующий тепло грунтовых вод

Закрытый контур укладывается на дно водоема. Ориентировочное значение тепловой мощности на 1 м трубопровода закрытого контура составляет порядка 30 Вт [2]. То есть, для получения 10 кВт тепла контур должен иметь длину 300 м. Для того, чтобы контур не всплыл, на один погонный метр необходимо устанавливать груз весом около 5 кг.

### 3. Грунт

В грунтовых ТН используется тепловая энергия, накопленная в грунте за счет нагрева ее Солнцем или другими источниками. Аккумулированное грунтом тепло трансформируется с помощью горизонтально проложенных грунтовых теплообменников (которые также называют грунтовыми коллекторами) или с помощью вертикально расположенных теплообменников (грунтовые зонды).

Как правило, обычно грунтовые теплообменники изготавливаются из полиэтиленовых или металлопластиковых труб диаметром 25–40 мм. При горизонтальном исполнении трубопровод, в котором циркулирует жидкость, зарывается в землю на глубину ниже уровня промерзания почвы (1,2–1,5 м). Минимальное расстояние между трубами — 0,7–1 м. В зависимости от диаметра трубы на каждый квадратный метр площади забора тепла может быть проложено 1,4–2 м трубы. Длина каждой ветви горизонтального коллектора не должна превышать 100 м, иначе потери давления в трубе и требуемая мощность насоса слишком велики.

Количество трансформируемого тепла, а, следовательно, и размер необходимой поверхности для расположения грунтового коллектора существенно зависит от теплофизических свойств грунта и климатических условий местности. Теплофизические свойства, такие как

теплоемкость и теплопроводность, очень сильно зависят от состава и состояния грунта. В этом отношении определяющими являются доля воды, содержание минеральных составляющих (кварц, полевой шпат), доля и размер пор, заполненных воздухом. Аккумулирующие свойства и теплопроводность грунта тем выше, чем больше доля воды, минеральных составляющих и чем ниже содержание пор. Среднее значение удельной тепловой мощности грунта приведено в табл. 1 [7].

### Ориентировочный расчет можно сделать исходя из отапливаемой площади здания и количества потребляемой горячей воды

Требуемая площадь  $S$  [м<sup>2</sup>] для расположения коллектора рассчитывается:

$$S = Q_x / g, \text{ где} \quad (5)$$

$$Q_x = Q_T - P_n, \quad (6)$$

где  $Q_T$  — теплопроизводительность ТН, Вт;  $P_n$  — потребляемая мощность ТН от сети, Вт;  $g$  — удельная мощность грунтового коллектора, Вт/м<sup>2</sup>. Так, если холодопроизводительность ТН составит 10 кВт, то в песчаном влажном грунте (20 Вт/м<sup>2</sup>) для размещения коллектора потребуются площадь  $S$  [м<sup>2</sup>]:

$$S = \frac{Q_x}{g} = \frac{10000}{20} = 500.$$

Чтобы трансформировать тепло с такой площади, необходимо проложить в грунте полиэтиленовые трубы диаметром 25 × 2,3 мм и длиной 500 × 1,4 = 700 м (1,4 — удельный расход трубы на квадратный метр площади). Трубы необходимо прокладывать отдельными контурами по 100 м каждый, т.е. семь контуров.

Все распределители и коллекторы следует располагать в доступных для осмотра местах, например, в отдельных распределительных шахтах вне дома или в подвальной шахте дома. Фитинги должны изготавливаться из коррозионно-стойких материалов. Все трубопроводы в доме и вводы через стену должны быть тщательно теплоизолированы с обеспечением диффузионной непроницаемости для пара, чтобы избежать появления конденсата, поскольку в подающей и обратной магистралях находится холодный (относительно температуры подвала) теплоноситель.

При вертикальном исполнении грунтового зонда бурится скважина глубиной 60–200 м, в которую опускается несколько U-образных трубопроводов (рис. 11). В глинистом влажном грунте при холодопроизводительности теплового насоса 10 кВт длина зонда  $L$  [м] (глубина скважины) должна быть:

$$L = \frac{Q_x}{q} = \frac{10000}{100} = 100.$$

Целесообразно сделать две петли с глубиной залегания 50 м диаметром  $D_u = 32 \times 3$  мм. Общая длина труб составит 200 м. Скважина с трубами заливается бетоном, хорошо проводящим тепло. Количество теплоносителя определяется внутренним объемом труб коллектора (зонда) и подводящих труб. Диаметр подводящих труб берут на размер большим, чем труба коллектора. В нашем примере при трубе зонда  $D_u = 32 \times 3$  мм и подводящей трубе  $D_u = 40 \times 2,3$  мм длиной 10 м внутренний объем (табл. 2) с учетом подающей линии составит:

$$2 \times 100 \times 0,531 + 10 \times 0,984 = 116,04 \text{ л.}$$

Расход теплоносителя теплового насоса находят по паспорту на тепловой насос. Примем 1600 л/ч, тогда расход на одну петлю составит 800 л/ч.

Потери давления в трубах зависят от диаметра труб, плотности и расхода теплоносителя и определяется по данным завода-изготовителя труб. Так, для труб HDPE (полиэтилен высокой плотности) 32 × 3 мм и расходе 800 л/ч величина потерь составляет 154,78 Па/м, а для труб диаметром 40 × 2,3 — 520,61 Па/м [7]. Откуда общее падение давления в сети составит 36161,1 Па, что необходимо учесть при выборе насоса.

Срок службы грунтового коллектора зависит от кислотности почвы: при нормальной кислотности ( $pH = 5$ ) эта величина составляет 50–75 лет, при повышенной ( $pH > 5$ ) — 25–30 лет.

### Эффективность тепловых насосов

В качестве основного показателя эффективности теплового насоса применяется коэффициент преобразования или отопительный коэффициент *COP* (Coefficient of Performance), равный отношению теплопроизводительности теплового насоса к мощности, потребляемой компрессором. В режиме охлаждения для оценки эффективности применяется холодильный коэффициент *EER* (Energy Efficiency Ratio), равный отношению холодопроизводительности теплового насоса к мощности, потребляемой компрессором:

$$COP = \frac{Q_r}{N} = \frac{Q_c + N}{N} = EER + 1 = \frac{t_0}{t_k - t_0} + 1, \quad (7)$$

где  $Q_r$  — энергия, отдаваемая ПВТ;  $Q_c$  — тепловая энергия, отбираемая у ИНТ;  $N$  — затраченная электроэнергия;  $t_k$  и  $t_0$  — температуры конденсации и кипения в тепловом насосе.

Температура  $t_k$  определяется давлением конденсации хладагента в ТН, а  $t_0$  — температурой ИНТ. Так, если принять  $t_0 = 281,16$  К (8 °С) и  $t_k = 323,16$  К (50 °С), то *COP* будет равен 7,7. Если тепло отводится водой, то различные хладагенты позволяют достичь следующих температур [1]: при R717, R502, R22 около +50 °С, при R134a +70 °С, и при R142 +100 °С.

Следует помнить об основном правиле, вытекающем из формулы (4): чем меньше разность температур между источником и приемником тепла в тепловом насосе, тем выше коэффициент преобразования.

### Следует помнить об основном правиле: чем меньше разность температур между источником и приемником тепла в тепловом насосе, тем выше коэффициент преобразования

Когда в тепловых насосах одновременно используется тепло и холод (например, охлаждение холодильных камер и нагрев офисных помещений), то:

$$EER = \frac{Q_c}{N}, \quad (8)$$

При равнопотенциальном цикле имеет место  $Q_r = Q_c$ :

$$COP + EER = \frac{Q_r + Q_c}{N}. \quad (9)$$

При указанных выше температурах суммарный коэффициент преобразования может достигать 12,7, что характеризует высокую энергетическую эффективность теплового насоса. Реальные *COP* несколько ниже и составляют порядка трех-пяти.

В абсорбционных тепловых насосах коэффициент преобразования ниже, чем в компрессорных, из-за больших потерь в элементах абсорбционного контура. Так, при использовании грунтовых вод с  $t_0 = 281,16$  К (8 °С) и температурой полезного тепла  $t_k = 323,16$  К (50 °С) коэффициент преобразования абсорбционного ТН составит всего 1,45 [1]. Температура полезного тепла в абсорбционных тепловых насосах зависит также от температуры нагрева генератора. При

указанных выше температурах нагрев генератора должен быть не меньше 150 °С.

За период отопительного сезона (октябрь-май) для обогрева 100 м<sup>2</sup> жилого помещения электрическим котлом потребуется 37,440 кВт электроэнергии, а тепловым насосом — 12,024 кВт. При тарифе 0,24 грн за 1 кВт·ч электроэнергии экономия составит 6100 грн. Для российской действительности: тариф — 3 руб., экономия — 76 руб/ч. По данным [www.aeroprof.by](http://www.aeroprof.by), применение ТН в 1,2–1,5 раза выгоднее самой эффективной газовой котельной. Стоимость теплового насоса ориентировочно можно оценить из расчета 850–2500 грн (в пересчете на рубли это примерно 5–8 тыс. руб.) за 1 кВт вырабатываемой тепловой мощности. Срок окупаемости — 7–14 лет.

### Выбор оборудования для ТН

Выбор оборудования начинается с расчета теплотребления здания. В настоящее время имеется разнообразие программы для расчета на ПК теплотребления, которые можно найти в Интернете или получить у поставщиков оборудования. Ориентировочный расчет можно сделать исходя из отапливаемой площади здания и количества потребляемой горячей воды. Также в случае периодических отключений электроэнергии необходимо увеличить тепловую мощность теплового насоса. Если время отключения электроэнергии не превышает двух часов, этот фактор можно не учитывать.

Удельное теплотребление зависит от типа здания: здание с низким потреблением, т.е. современные материалы, утепление стен, окна из стеклопакетов (40 Вт/м<sup>2</sup>); новостройка с хорошей теплоизоляцией (50 Вт/м<sup>2</sup>); здание со стандартной теплоизоляцией (80 Вт/м<sup>2</sup>); старые постройки без особой изоляции (120 Вт/м<sup>2</sup>).

Учет дополнительной тепловой мощности для компенсации потерь тепла на время плановых отключений электроэнергии производится следующим образом. Сначала определяют суточное (за 24 ч) потребление тепла  $Q_{сут}$  [кВт]:

$$COP + EER = \frac{2Q_c}{N} + 1 = 2EER + 1. \quad (10)$$

где  $Q_{ТН}$  — теплопроизводительность ТН, кВт;  $\tau_{отк}$  — время отсутствия электроэнергии, ч. Расчет дополнительной тепловой мощности для приготовления горячей воды производят, исходя из потребления одним человеком около 50 л/сут. воды с температурой 45 °С, что соответствует 0,25 кВт/чел. Более точный расчет можно выполнить, пользуясь данными табл. 3.

### Среднее значение удельной тепловой мощности грунта

табл. 1

Тип грунта	Удельная мощность грунтового коллектора, Вт/м <sup>2</sup>	Удельная мощность грунтового зонда, Вт/м
Песчаный сухой	10–15	20
Песчаный влажный	15–20	40
Глинистый сухой	20–25	60
Глинистый влажный	25–30	80
Водоносный слой	30–35	80–100

### Удельный внутренний объем труб

табл. 2

Типоразмер	25 × 2,3	32 × 3,0	40 × 2,3	50 × 2,9	63 × 3,6
Ду, мм	25	32	40	50	63
Объем на метр трубы, л	0,327	0,531	0,984	1,59	2,445

### Суточное потребление горячей воды

табл. 3

Категория	Потребление воды, л/чел.		Удельное теплотребление, Вт·ч/чел.	Теплопотребление для горячей воды, кВт/чел.
	$t_{воды} = 60$ °С	$t_{воды} = 45$ °С		
Низкое потребление	10–20	15–30	600–1200	0,08–0,15
Стандартное потребление	20–40	30–60	1200–2400	0,15–0,3
Квартира, занимающая этаж	32	45	1800	0,225
Одноквартирный жилой дом	35	50	2000	0,25

Рассмотрим пример построения теплового насоса с обратимым гидравлическим циклом, работающего круглогодично в двух режимах (охлаждение или нагрев) в зависимости от периода года с использованием оборудования и программного обеспечения компании CIAT (Франция). Исходные требования: теплопроизводительность 510 кВт; низкотемпературным источником является морская вода с температурой в теплый период года  $\leq 20^\circ\text{C}$ , в холодный период года —  $7^\circ\text{C}$ ; высокотемпературный потребитель: вода с температурой на выходе теплообменника  $+55^\circ\text{C}$ ; минимальная температура наружного воздуха  $-10^\circ\text{C}$  (Крым, Украина). Данную задачу решим, используя тепловой насос с обратимым гидравлическим циклом, схема которого приведена на рис. 2.

Учитывая, что температура наружного воздуха отрицательная ( $-10^\circ\text{C}$ ), в тепловом насосе применяем двухконтурную систему. В первичном контуре используется раствор этиленгликоля с температурой заморозки ниже  $-10^\circ\text{C}$  (20%-я смесь этиленгликоля с водой).

В соответствии с исходными требованиями выберем перепад температур в высокотемпературном контуре  $\Delta t_{\text{вых}} = 5^\circ\text{C}$  ( $50/55^\circ\text{C}$ ). Тогда температуры теплоносителя в контуре конденсатора должны быть соответственно  $55/60^\circ\text{C}$ .

Для получения таких температур в тепловом насосе целесообразно использовать хладагент R134a [1].

В соответствии с исходными требованиями зададим перепад температур ИНТ будет  $7/4^\circ\text{C}$ , тогда в контуре испарителя перепад температур, соответственно, составит  $5/2^\circ\text{C}$ .

### Тепловые насосы, использующие возобновляемые источники тепла, являются самым энергетически эффективным отопительным оборудованием

Используя программу подбора оборудования фирмы CIAT, определим тип и параметры теплового насоса в режимах работы на нагрев и охлаждение. Программой выбран тепловой насос Hydrociat 2500BX LW/LWP R134a с параметрами, приведенными в табл. 4. Далее подбираем пластинчатый высокотемпературный теплообменник «тепловой насос–потребитель» по следующим исходным данным (режим нагрева): температура воды (выход/вход)  $55/50^\circ\text{C}$ ; температура 20%-го раствора этиленгликоля в первичном контуре (выход/вход)  $60/55^\circ\text{C}$ ; расход 20%-го раствора этиленгликоля:  $93,4 \text{ м}^3/\text{ч}$  (табл. 1).

●● Характеристики водоохлаждающей машины Hydrociat 2500BX LW/LWP R134a табл. 4

Параметр	Режим нагрева	Режим охлаждения
Производительность испарителя, кВт	326	395,9
Теплоноситель	MEG 20%	MEG 20%
Температура теплоносителя в испарителе (вход/выход), $^\circ\text{C}$	5/2	6/2
Расход теплоносителя через испаритель, $\text{м}^3/\text{ч}$	102,8	93,4
Производительность конденсатора, кВт	517	553,9
Температура теплоносителя в конденсаторе (вход / выход), $^\circ\text{C}$	55 / 60	45,1 / 50
Расход теплоносителя через конденсатор, $\text{м}^3/\text{ч}$	93,4	102,1
Потребляемая мощность, кВт	191	158

●● Технические характеристики теплообменника PWB 30-11\* табл. 5

Теплоноситель	Вода	Моноэтиленгликоль MEG 20%
Температура теплоносителя (вход/выход), $^\circ\text{C}$	50/55	60/65
Расход теплоносителя, $\text{м}^3/\text{ч}$	90,4	93,5
Материал теплообменных пластин	нержавеющая сталь	нержавеющая сталь
Тип пластин	8Н+13J	8Н+13J

\* С 43 пластинами («тепловой насос–потребитель») в режиме нагрева.

●● Технические характеристики теплообменника PWB 45-11\* табл. 6

Теплоноситель	Моноэтиленгликоль MEG 20%	Морская вода
Температура теплоносителя (вход/выход), $^\circ\text{C}$	2/5	7/4
Расход теплоносителя, $\text{м}^3/\text{ч}$	103,0	100
Материал теплообменных пластин	титан	титан
Тип пластин	10Н+22J	10Н+22J

\* С 63 пластинами («море–тепловой насос»).

Программа CIAT выбирает пластинчатый теплообменник PWB 30-11 производительностью 517 кВт (табл. 5).

Низкотемпературный теплообменник «морская вода–тепловой насос» в режиме нагрева подбираем по следующим исходным данным: источник низкопотенциальной теплоты (первичный контур) — морская вода с температурой (вход/выход)  $7/4^\circ\text{C}$ ; температура 20%-го раствора этиленгликоля в первичном контуре  $5/2^\circ\text{C}$ ; расход 20%-го раствора этиленгликоля  $102,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Программа CIAT выбирает пластинчатый теплообменник PWB 45 11.

Выполним проверочный расчет рассчитанного ранее теплообменника PWB 30-11 с 43 пластинами для теплого периода года и определим температуры воды на выходе/входе потребителю.

Программа CIAT показала, что в летний период производительность теплообменника PWB 30-11 составит 437 кВт и температуры холодоносителя составят (выход/вход)  $7,5/12^\circ\text{C}$  (табл. 7). Итак, подобранный тепловой насос Hydrociat 2500BX LW/LWP обеспечивает: в холодный период года теплопроизводительность 517 кВт при потребляемой мощности 191 кВт; в теплый период года холодопроизводительность 395,9 кВт при потребляемой мощности 158 кВт.

### Выводы

1. Тепловые насосы, использующие возобновляемые источники тепла, являются самым энергетически эффективным отопительным оборудованием.
2. Системы, построенные на базе ТН, надежные, безопасные и долговечные.
3. Получение тепла посредством теплового насоса — экологически чистый технологический процесс.
4. Современное климатическое оборудование (например, французский CIAT) позволяет создать ТН с производительностью от десятков киловатт до мегаватта и даже более. ●

1. Мааке В., Эккерт Г.-Ю., Кошпен Ж.-Л. Учебник по холодильной технике: Пер. с франц. — М.: Изд-во МГУ, 1998.
2. Рей Д., Макмайкл Д. Тепловые насосы: Пер. с англ. — М.: Энергоиздат, 1982.
3. Эль Садин Хасан. Выбор оптимальных параметров системы теплохолодоснабжения жилого дома // Холодильная техника, №3/2003.
4. Овчаренко В.А., Овчаренко А.В. Використання теплових насосів // Холод М+Т, №2/2006.
5. Пять шагов на пути к избавлению от метановой зависимости // О.В.В.+ К., №1/2006.
6. Бондарь Е.С., Калугин П.В. Энергосберегающие системы кондиционирования воздуха с аккумуляцией холода // Журнал С.О.К., №3/2006.
7. Viessmann. Системы тепловых насосов. Инструкция по проектированию. 5829 122-2 GUS №2/2000.



# Новая серия мультисплит- систем General Flexible Multi

Flexible Multi — это новая серия мультисплит-систем свободной компоновки, представленная на мировом и российском рынке в начале 2011 г. Эти системы предназначены для кондиционирования квартир, коттеджей, загородных домов, гостиниц, ресторанов и офисов. Flexible Multi сочетает в себе прекрасные технические и потребительские характеристики: легкость проектирования, простоту монтажа и эксплуатации, высокую энергоэффективность, компактные размеры наружных и внутренних блоков.

Модельный ряд General Flexible Multi представлен наружными блоками холодопроизводительностью от 4 до 14 кВт и возможностью подключения от двух до восьми внутренних блоков. Наружные блоки выгодно отличаются компактными размерами и небольшим весом, что очень удобно не только при монтаже оборудования, но еще и на этапе проектирования — при выборе места расположения оборудования, когда допускается установить лишь небольшое количество оборудования на фасаде здания.

Существенно модернизирована линейка внутренних блоков, представленных настенными, напольными, кассетными, канальными и напольно-подпотолочными моделями мощностью от 2 до 7 кВт. Настенные блоки представлены сразу в двух сериях: Discovery, которая выделяется дизайном и расширенными функциональными возможностями и серия Standard, сочетающая классический дизайн и прекрасные технические характеристики.

Кроме стандартных фильтров, эффективно улавливающих пыль и другие загрязнения в воздухе, блоки комплектуются яблочно-кастехиновым и ионнодеодорирующим фильтрами длительного срока службы, обеспечивающими дополнительную очистку воздуха от неприятных запахов, более мелких частиц пыли и вредных микроорганизмов, препятствуя их дальнейшему росту и распространению. Аналогичные фильтры также установлены во внутренних блоках напольного типа AGHG-LVCA.

**В серии Flexible Multi существенно увеличена эффективность работы при частичной нагрузке — например, при половинной от номинала нагрузке коэффициент энергоэффективности достигает 4,75**



www.wallpaperfree.com

Фото компании-производителя.

Статья подготовлена техническим отделом Группы компаний «АЯК»

•• Наружный блок мультисплит-системы General Flexible Multi



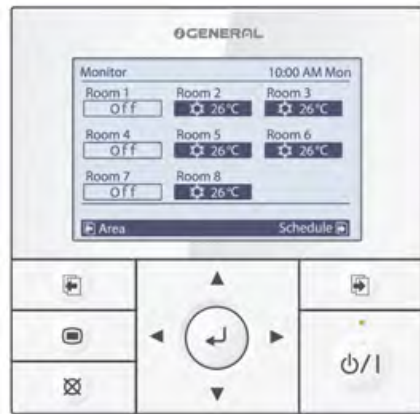
Особо выделим новые каналные блоки ARHG-LLTA мощностью от 2 до 5,3 кВт, в которых компактные размеры (высота блоков всего 198 мм!), сочетаются с высокой эффективностью и функциональностью. Статическое давление в этой серии регулируется с помощью пульта управления. Доступна настройка 10 режимов от 0 до 90 Па, при этом расходные характеристики сохраняются практически на одном уровне, что позволяет при установке данных блоков в запотолочном пространстве осуществить «раздачу» охлажденного воздуха в помещение по системе воздуховодов достаточной протяженностью. В стандартной комплектации этих моделей идет дренажный насос с высотой подъема дренажа до 85 см, что позволяет реализовать достаточный уклон общей дренажной магистрали при небольшом запотолочном пространстве. Блоки при необходимости допускают и вертикальную установку, а в стандартной комплектации уже имеют высокоэффективные воздушные фильтры.

Все внутренние блоки кассетного типа AUHG-LVLA, независимо от своей мощности, имеют стандартный размер 570 × 570 мм при глубине всего в 245 мм, что очень удобно при установке данных блоков в помещениях с подвесными потолками. Конструктивные изменения, коснувшиеся турбовентилятора, позволили обеспечить более эффективный об-

дув теплообменника, увеличив эффективность теплообмена на 20% по сравнению с аналогичным оборудованием прежних серий.

Управление внутренними блоками может осуществляться как с помощью индивидуальных пультов управления, которые идут в комплекте со всеми внутренними блоками, так и с центрального пульта управления UTY-DMMGM улучшенной модификации, имеющий удобную навигацию и русскоязычное меню.

Значительная длина фреоновых магистралей — до 115 м (для наружного блока на 14 кВт), позволяет расположить наружный блок на большом расстоянии от внутренних.



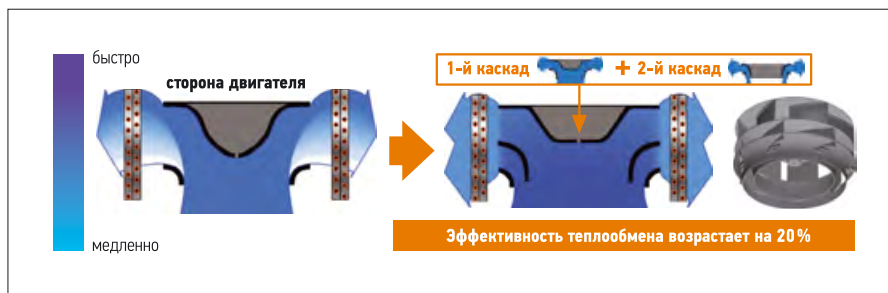
❖ Пульт управления UTY-DMMGM

При разработке Flexible Multi также учтено, что наружный блок мультисплит-системы полностью нагружен не более 15% всего рабочего времени, поэтому в этой серии существенно увеличена эффективность работы при частичной нагрузке. Например, при нагрузке в половину от номинала коэффициент энергоэффективности (EER) достигает 4,75.

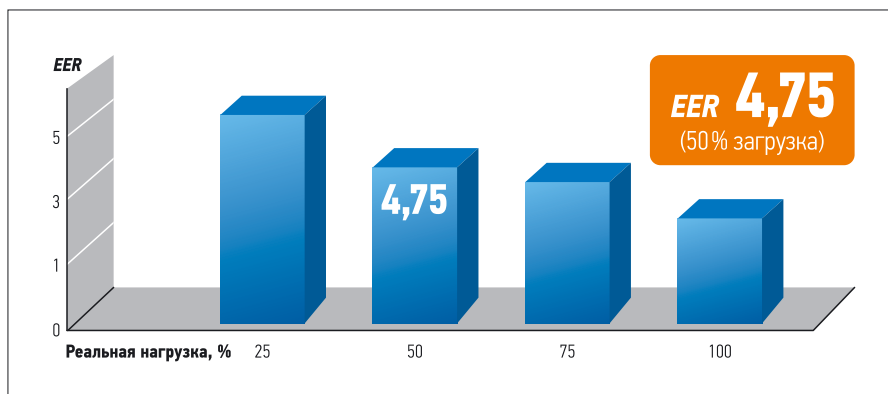
Среди прочих особенностей Flexible Multi стоит отметить ряд новых функциональных возможностей, а именно:

- ❑ высокоэффективный двухроторный DC-инверторный компрессор;
- ❑ DC-инверторный двигатель вентилятора;
- ❑ теплообменник переохлаждения, повышающий эффективность и надежность работы системы;
- ❑ сверхтихая работа наружных и внутренних блоков — уровень шума внутренних блоков настенного типа от 21 дБ(А), также есть возможность снижения уровня шума наружного блока, причем для настройки доступны три уровня, снижающие шум на 3,6 и 9 дБ(А), соответственно;
- ❑ встроенная защита по низкому и высокому давлению;
- ❑ возможность монтажа без паяных соединений, все элементы холодильного контура (наружный и внутренние блоки, блоки-распределители потоков, разветвители) имеют стандартные резьбовые соединения;
- ❑ встроенный в наружный блок AOHG45LAT8 сервисный дисплей, на котором отображаются все основные параметры работы системы и коды ошибок в случае возникновения неисправности, т.е. сервисному инженеру нет необходимости проводить трудоемкие операции по измерению давления, температуры и других параметров — система самодиагностики выводит данные на встроенный дисплей в режиме реального времени, также с помощью дисплея и управляющих кнопок можно осуществлять дополнительные настройки системы;
- ❑ возможность ограничения пиковых нагрузок, предусмотрена настройка ограничения потребляемой мощности на уровне 75 или 50% от номинала.

Сочетая в себе передовые технологии, прекрасные технические характеристики и функциональные возможности, гибкость при проектировании и монтаже, а также отличное ценовое позиционирование, данная серия мультисплит-систем General Flexible Multi уже в ближайшем будущем несомненно завоеует признание потребителей. ●



❖ Конструктивные изменения тепловентилятора улучшили теплообмен на 20%



❖ В серии Flexible Multi существенно увеличена энергоэффективность — до 4,75





На рис. 1 показаны результаты вычисления  $K_{acc}$  при относительной величине конвективной составляющей  $q_k$  в теплопоступлениях, равной 1 (сплошные линии) и 0,4 (пунктирные). Тепловой поток, вносимый в помещение за счет работы СВиКВ, во всех случаях считается чисто конвективным, т.к. имеются в виду воздушные системы. Черным цветом обозначены данные, полученные по методике [2], красным — по численной модели. В последнем случае значение  $K_{acc}$  рассчитывалось непосредственно по определению, как отношение фактической амплитуды  $Q_{рег}$  к заданной амплитуде  $Q_{возм}$ .

Легко видеть, что при  $q_k = 1$  численный расчет дает весьма близкую сходимость с аналитическим — во всяком случае, отклонение не превышает по абсолютной величине 0,05, а оказывается значительно меньше, как правило. Это вполне укладывается в обычную погрешность инженерных методов. Следует только иметь в виду, что для минимизации расхождения необходимо несколько уточнить предлагаемую в [2] формулу для вычисления показателя теплопоглощения ограждающих конструкций помещения в условиях автоматического регулирования СВиКВ и принимать коэффициент в ее числителе равным 1,25 независимо от средней теплоинерционности ограждений и величины  $q_k$ :

$$P_{огр} = \frac{1,25}{\frac{1}{\sum YF} + \frac{q_k}{\sum \alpha F}}, \text{ Вт/К}, \quad (1)$$

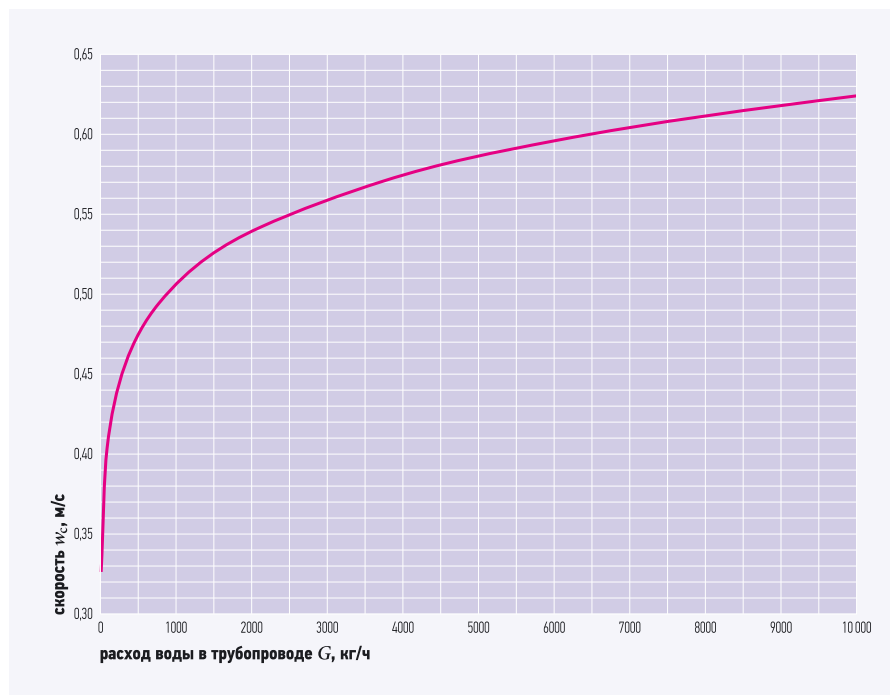


Рис. 1. Зависимость коэффициента  $K_{acc}$  от параметра  $K_{рег}$  при различных  $q_k$  для характерного помещения

где  $\sum YF$  — суммарный показатель теплоусвоения внутренних поверхностей ограждений [5], Вт/К;  $\sum \alpha F$  — то же для конвективного теплообмена, т.е.

$$\sum \alpha F = \alpha_{к.в} \sum F, \text{ Вт/К},$$

где  $\sum F = \sum F_M + F_L$  — суммарная площадь поверхностей, обращенных в помещение, м<sup>2</sup>. Значения параметров  $\sum YF$  и  $\sum \alpha F$  рассчитывались автоматически по рассмотренной программе.

**Произведена идентификация аналитической модели по результатам численного эксперимента с одновременным выявлением факторов, влиянием которых на искомую величину можно пренебречь**

Таким образом, полученное уточнение приводит к дальнейшему упрощению соотношения для  $P_{огр}$ . По сути, в данном случае произведена идентификация аналитической модели по результатам численного эксперимента с одновременным выявлением факторов, влиянием которых на искомую величину можно пренебречь.

При  $q_k = 0,4$ , что более точно отражает наиболее часто встречающиеся условия с преимущественным поступлением в помещение лучистой теплоты, например, от солнечной радиации, сходимость оказывается несколько хуже, но все же и здесь максимальное откло-

нение не превышает 0,08–0,09. Заметим, что приближенный аналитический метод во всей области изменения  $K_{рег}$  дает несколько преувеличенное значение  $K_{acc}$ , т.е. с некоторым запасом, что само по себе является положительным обстоятельством. Для снижения погрешности и доведения ее до 0,05 целесообразно уточнить предложенную в [2] зависимость для  $B_0$  — поправочного коэффициента к  $K_{acc}$ , учитывающего, что  $q_k < 1$ , опять-таки в сторону упрощения, а именно исключения из нее множителя 0,7 при отношении  $\sum YF / \sum \alpha F$ :

$$B_0 = \frac{1 + \frac{q_k \sum YF}{\sum \alpha F}}{1 + \frac{\sum \alpha F}{\sum YF}} \quad (\text{безразмерный}). \quad (2)$$

Соответствующий график приведен на рис. 1 черной штрихпунктирной линией. Таким образом, мы подтвердили, что расчетную тепловую нагрузку на помещение, обслуживаемое автоматизированными СВиКВ, действительно можно определять по методике [2]:

$$Q_{рег} = Q_{ср} + K_{acc} A_q, \text{ Вт}, \quad (3)$$

где  $K_{acc} = A(1 - BR_{дин})B_0$ .

Здесь  $R_{дин} = (A_{тв} P_{пом}) / A_q$  — динамический коэффициент регулирования СВиКВ (также безразмерный);  $A$  и  $B$  — параметры, зависящие в общем случае от применяемого закона регулирования и некоторых других условий. При П-законе можно ориентировочно принимать при  $R_{дин} > 0,75$  —  $A = 1,15$  и  $B = 1$ ; при  $R_{дин} < 0,75$  —  $A = 1$  и  $B = 0,9$ . Обозначения  $A_q$  и  $Q_{ср}$  представляют собой соответственно амплитуду колебаний и среднее значение величины  $Q_{возм}$ , а  $A_{тв}$  — допустимое отклонение  $t_v$  от уставки, задаваемое исходя из условий комфортности [6]. Показатель теплопоглощения помещения  $P_{пом}$  в рассматриваемых условиях равен  $P_{огр} + L_{св} P_v$ . При этом значения  $P_{огр}$  и  $B_0$  следует вычислять по уточненным формулам (1)–(2). Методика сохраняет инженерный вид и доступна для использования в инженерной практике. ●

1. Калмаков А.А. и др. Автоматика и автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции. — М.: Стройиздат, 1986.
2. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность. — М.: Изд-во АСВ, 2009.
3. Самарин О.Д., Азизская С.С. Принципы расчета нестационарного теплового режима помещения, обслуживаемого автоматизированными системами обеспечения микроклимата // Известия ВУЗов. Строительство, №1/2011.
4. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. — М.: ГУП ЦПП, 2004.
5. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. — М.: Высшая школа, 1982.
6. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. — М.: ГУП ЦПП, 1999.



❖ Сравнение затрат на электроэнергию для чиллеров Clint при нагрузках по «Евровент» и общей годовой наработке 6000 ч\*

табл. 1

Чиллер серии Turboline				Чиллер на винтовых компрессорах			Наработка, часы в год	«Евровент», часы в год (для E.S.E.E.R.)
Модель	CWW/TTY4502-1			CWW/Y 4202-B				
	Величина ESEER	8,84		Величина ESEER	6,29			
Загрузка	Холодопроизводительность, кВт	EER	кВт	Холодопроизводительность, кВт	EER	кВт		
100 %	999,00	5,64	31883	1049,00	5,00	37764,0	180	
75 %	749,25	7,28	203780	786,75	5,75	270915,7	1980	
50 %	499,50	9,59	128130	524,50	6,05	213267,8	2460	
25 %	249,75	10,15	33956	262,25	7,65	47307,8	1380	
Электропотребление в год, кВт			397749	Электропотребление в год, кВт			569255,3	
Электропотребление в год, €			39775	Электропотребление в год, €			56925	

\* Условия: чиллеры с водяным охлаждением конденсатора, температура воды испарителя 12/7 °С, конденсатор — 30/35 °С.

Из-за полного отсутствия механического трения значительно увеличивается срок службы компрессора, а из-за отсутствия масла в системе холодопроизводительность агрегата увеличивается на 10% в сравнении с традиционными чиллерами на винтовых компрессорах. Для компрессоров Turbosog не требуется достаточно дорогостоящей масляной системы (нагреватель и охладитель масла, сепаратор, масляный насос и т.д.).

При включении компрессора в подшипниках создается магнитное поле, вал поднимается с опор и начинает медленно вращаться, поэтому пусковой ток чрезвычайно низкий — менее 2 А вместо 300–500 А для традицион-

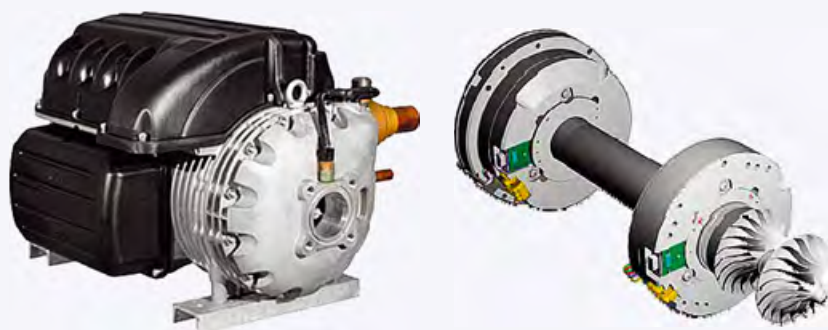
ных винтовых компрессоров. Для привода турбины применяется бесщеточный электродвигатель постоянного тока.

За счет применения инверторной технологии регулирование производительностью компрессора осуществляется плавно изменением скорости вращения ротора двигателя в соответствии со значением нагрузки и/или температуры конденсации.

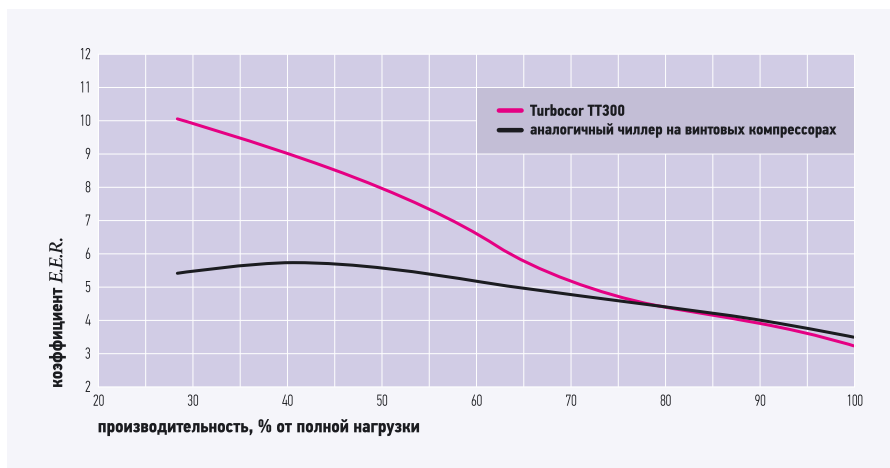
При этом потребляемая мощность двигателя компрессора значительно снижается со снижением нагрузки. Энергоэффективность при частичной нагрузке более чем на 30% выше в сравнении с традиционным винтовым компрессором (рис. 1).

Стоимость чиллеров серии Turboline несколько выше стоимости аналогов на винтовых компрессорах. Однако разница первоначальных затрат окупается за счет снижения эксплуатационных расходов (стоимость потребляемой электроэнергии, расходы на обслуживание), которые в целом ниже, чем у аналогов на винтовых компрессорах — табл. 1. Из таблицы видно, что разница в стоимости электропотребления составляет 17150 €/год. Естественно, львиную долю годовых эксплуатационных затрат составляют расходы на электропотребление. Как результат можно констатировать, что за счет применения передовых технологий и энергоэффективности

Фото компании-производителя.



❖ Фото 1. Компрессор Turbosog и его ротор на магнитных подвесках



❖ Рис. 1. Зависимости энергоэффективности компрессоров Turbosog и винтовых компрессоров в чиллерах с воздушным охлаждением конденсатора

**Полное отсутствие механического трения значительно увеличивает срок службы компрессора, а отсутствие масла в системе увеличивает холодопроизводительность агрегата на 10%, в сравнении с чиллерами на винтовых компрессорах**

окупаемость первоначальных затрат агрегатов Turboline в сравнении с традиционными составляет примерно четыре года.

Серия Turboline моноблочных чиллеров СНА/ТТ/У с воздушным охлаждением конденсатора на фреоне R134a холодопроизводительностью от 248 до 1085 кВт состоит из 13 типоразмеров и имеет в своем составе от одного до четырех компрессоров. Один холодильный контур в агрегатах от 248 до 929 кВт и два холодильных контура в агрегатах от 509 до 1085 кВт. Для увеличения энергоэффективности в чиллерах Turboline применяются кожухотрубные испарители затопленного типа с электронными ТРВ.

Благодаря применению безмасляных компрессоров, чиллеры Turboline имеют значительно более высокие показатели в сравнении с аналогичными чиллерами на винтовых компрессорах, не говоря уже о чиллерах с конденсаторами Microchannell.



❖ Конденсатор Microchannell

Возможны версии CHA/TTY со стандартными конденсаторами и версии Microchannell модели CHA/TTY/МС с алюминиевыми теплообменниками, которые дают ряд преимуществ в сравнении с традиционными медно-алюминиевыми конденсаторами: увеличение эффективности, снижение веса, потерь потока воздуха и мощности двигателей вентиляторов, количества заправленного фреона.

Благодаря магнитной технологии подвеса турбины компрессора чиллеры серии Turboline имеют наилучший показатель звукового давления и вибрации. Плавное управление вентиляторами осуществляется по давлению конденсации и позволяет эксплуатацию до  $-20^{\circ}\text{C}$  наружной температуры, что также снижает общий уровень шума.

Агрегаты опционально могут комплектоваться гидромодулями в состав которых могут входить один или два насоса с манометрами на входе и выходе, расширительные баки, преобразователи давления на входе

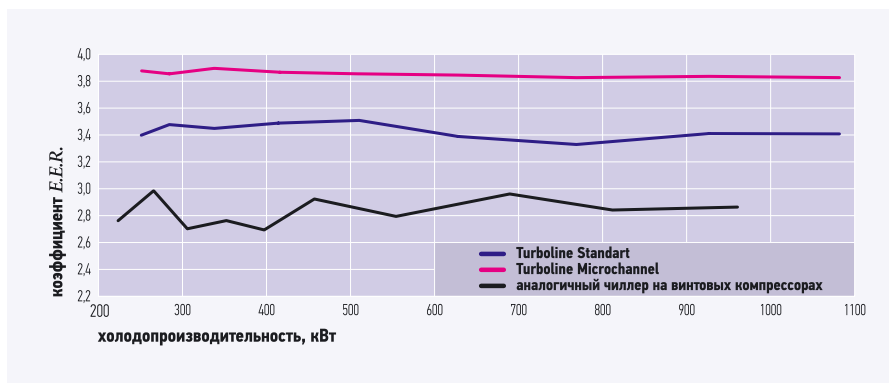
и выходе испарителя для мониторинга расхода холодоносителя.

Серия чиллеров Turboline с водяным охлаждением конденсатора на фреоне R134a холодопроизводительностью 333–3700 кВт имеет в своем составе две версии. Версия чиллеров CWW/TTY производительностью 333–3696 кВт предназначены для работы с градирнями и состоит из 17 моделей. Версия CWW/TTY/DR производительностью 280–1546 кВт предназначена для работы с сухими охладителями и состоит из девяти моделей. Агрегаты имеют от одного до шести компрессоров, работающих в тандеме. Во всех чиллерах серии Turboline предусмотрены специальные решения для охлаждения двигателей компрессоров. Благодаря компрессорам Turboscor, испарителям затопленного типа, электронным ТРВ в серии CWW получены высокие показатели  $EER = 5,37-5,86$ .

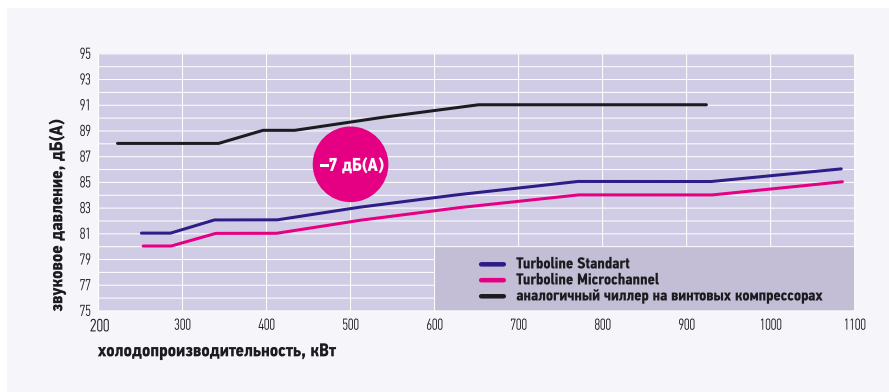
Контроллер Turbosoft фирмы Danfoss, специально разработанный для контроля и регулирования агрегатов с компрессорами



❖ Контроллер Turbosoft



❖ Рис. 2. Зависимости коэффициента энергоэффективности от холодопроизводительности



❖ Рис. 3. Шумовые характеристики чиллеров Turboline стандартной версии и версии Microchannell в сравнении с винтовыми компрессорами

**В чиллерах серии Turboline предусмотрены специальные решения для охлаждения двигателей компрессоров, а благодаря компрессорам Turboscor, испарителям затопленного типа и электронным ТРВ в серии CWW получены высокие показатели  $EER = 5,37-5,86$**

Turboscor, осуществляет в реальном масштабе времени контроль переменных параметров системы при различных режимах работы и определяет наилучшие режимы работы компрессоров для получения максимальной энергоэффективности. На графическом дисплее отображаются непрерывный мониторинг расхода воды, а также:

- ❑ параметры холодильной системы: перегрев, переохлаждение, давления, положения электронного клапана ТРВ, скорость вращения и положение вала турбины, уровень фреона в испарителе, рабочие давления и температуры холодильного агрегата, также в контроллере имеется интерфейсная плата RS-485 и предусмотрена возможность телекоммуникационного мониторинга GSM, GPRS и TCP-IP (по отдельному договору специалисты завода будут осуществлять удаленный мониторинг смонтированного оборудования);
- ❑ параметры компрессоров Turboscor: положение вала турбины, скорость вращения, потребляемые токи и мощность, температуры инверторной системы, статора, преобразователя переменного тока, уровень хладагента в испарителе, а также запись и отображение (даты, времени аварий).

Список некоторых объектов, на которых установлено оборудование серии Turboline:

- ❑ CHA/TTY/МС 3302-1 NS (Cantina Dei Colli Romagnoli — винный завод в городе Имола, Италия);
- ❑ CHA/МС/TTY 2202-1 (APB Center — торговый центр, Гонконг);
- ❑ CHA/TTY/МС 1301-1 (головной офис полиции, Гонконг);
- ❑ CWW/TTY 4502-1 NS (отделение полиции аэропорта Гонконга);
- ❑ CHA/МС/TTY 4002-2 PD/NS (торговый центр Marconi 2 в городе Косенза, Италия);
- ❑ CWW/TTY/DR 3202-1 (складские помещения аэропорта Gardermoen в городе Осло, Норвегия);
- ❑ CHA/TTY 1401-1 HRT-P/PU (Kuehne & Nagel, транспортная компания, Люксембург).

**Эксклюзивным дистрибутором Clint на территории РФ и в странах СНГ является Группа компаний «АЯК»**

Тел/факс: +7 (495) 956-27-11  
[www.clint-russia.ru](http://www.clint-russia.ru)  
[www.jac.ru](http://www.jac.ru)



ционирования системы охлаждения очень важным является нижний барьер наружной температуры, который достигается за счет применения различных дополнительных компонентов системы. Первый такой компонент — вентилятор, устанавливаемый на наружном воздушном конденсаторе. Смазка его подшипника должна оставаться вязкой и не замерзать при температуре  $-60^{\circ}\text{C}$ .

Данный постоянно действующий холодильный контур «компрессор-испаритель-конденсатор» может работать без остановок и дополнительных элементов при температуре до  $-60^{\circ}\text{C}$ . Но, в случае остановки компрессора по сигналу контроллера, например по достижении заданной в помещении температуры, хладагент в вышеупомянутой системе начинает остывать, чему сильно способствует наружный холодный воздух. Таким образом, хладагент, уменьшаясь в объеме, снижает давление в сети. Все без исключения компрессоры оснащены клапаном низкого давления, функция которого — защита от сухого хода компрессора в случае разгерметизации и утечки хладагента. При температуре ниже  $-5^{\circ}\text{C}$  давление в сети достигает значения срабатывания клапана по низкому давлению, и компрессор не будет включаться, а система выдаст сообщение об аварии из-за низкого давления в сети.

### Способы снижения рабочего диапазона температур

Первым способом снижения рабочего диапазона до  $-20^{\circ}\text{C}$  является использование плавного вращения вентилятора наружного воздуха — вентилятора конденсатора. Таким образом, при снижении давления в системе вентиляторы будут уменьшать расход воздуха, тем самым повышая температуру конденсации, и не давать выключиться компрессору

### Задачу снятия тепловых нагрузок в высокотехнологических помещениях можно решить только с помощью промышленного оборудования

на длительное время. Это не позволит системе остыть до значения аварийного датчика низкого давления. Подобная система применяется на площадках в Ростове-на-Дону, Волгодонске и других городах южных районов страны, где температура не опускается ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ . Второй способ, наиболее распространенный в России, заключается в использовании комплекта оборудования для работы при температуре  $-20...-45^{\circ}\text{C}$ . В состав комплекта входит специально подобранный по объему внешний ресивер, два перепускных клапана KVR и KVD, по виду похожие на трехходовые и обратные клапаны.

При помощи вышеперечисленных элементов во время монтажа собираются два контура — малый и большой. В штатном режиме система работает по большому контуру, как в классическом варианте. При снижении давления сети перепускные клапаны шунтируют большой контур, образуя малый. Для поддержания необходимого давления в сети недостающий хладагент берется системой из ресивера, а в случае повышения давления излишний хладагент возвращается в ресивер. Таким образом, система с зимним комплектом для работы при температуре до  $-45^{\circ}\text{C}$  управляется большим количеством хладагента во время пусконаладочных работ.

Эта система требует точного расчета и подбора ресивера, а также грамотной настройки перепускных клапанов во время пусконаладочных работ. Комплект для работы при температурах до  $-60^{\circ}\text{C}$  отличается выбором на-

ружного конденсатора с вентиляторами, работающими при очень низких температурах, и размерами ресивера и перепускных клапанов. Так, в настоящее время в Якутске на коммутаторе GSM MSC компании Siemens уже более шести лет функционирует система кондиционирования немецкого производства Stulz CCD 351A прямого испарения с комплектом для работы при температуре до  $-60^{\circ}\text{C}$ .

При интеграции системы прецизионного кондиционирования специалисты компании столкнулись с двумя проблемами. Первой было отсутствие на заводе в Германии конденсаторных наружных блоков с осевыми вентиляторами, имеющими смазку подшипников с гарантированной вязкостью ниже  $-45^{\circ}\text{C}$ . Производителю пришлось менять вентиляторы на воздухоохлаждаемых конденсаторах со смазкой до  $-60^{\circ}\text{C}$ .

Второй и самой основной проблемой стала необходимость расчета и правильного подбора комплекта обвязки холодного контура между компрессором и конденсатором. Чтобы решить ее, пришлось устанавливать ресивер в помещении в пространстве фальшпола возле кондиционеров, а не как обычно — на улице.

На другой площадке в Якутске заказчик предоставил арендованное помещение серверной, имеющее небольшую площадь и высоту. Места для установки ресиверов под фальшполом не нашлось. Было принято решение установить их в теплом чердачном помещении, этажом выше. Но возникла проблема с размещением в помещении конденсаторов размером  $2360 \times 770$  мм и весом 85 кг. По предложению заказчика конденсаторы были установлены в чердачном пространстве. Поскольку чердачное помещение было проветриваемым, то на двух выходах, расположенных на разных сторонах ската, были установлены две несмерзаемые воздушные заслонки. Самый простой контроллер закрывал заслонки на проветривание, когда температура в чердачном пространстве над конденсаторами опускалась ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ . Данное решение позволило использовать штатные вентиляторы на конденсаторах. Однако заказчику пришлось в дальнейшем платить арендную плату и за эту часть чердачного помещения.

Резюмируя описанные выше примеры решений по установке прецизионных систем кондиционирования в условиях низких температур, можно сделать следующие выводы.

Решение, принятое в первом случае, — наиболее универсальное для любых площадок с наружной температурой ниже  $-60^{\circ}\text{C}$ . Но в этом случае в помещении приходится устанавливать крупногабаритное оборудование (ресиверы большого размера), что значительно сокращает свободную площадь помещения. К тому же, требуются дополнительные затраты на закупку специальных вентиляторов.



Решение, принятое во втором случае, является исключением из первого правила, но сокращение сроков производства конденсаторов и отсутствие дополнительных крупных инвестиций, за исключением затрат на закупку заслонок и контроллера, делают этот вариант решения, конечно, предпочтительным.

Очень часто помещения, предоставляемые заказчиком под монтаж оборудования, являются арендованными, а не собственностью заказчика. В каждом случае при первичном осмотре объекта необходимо уточнять согласие арендодателя на такое прохождение трассы, а самое главное — на расположение наружных блоков.

Например, осенью 2005 г. в Екатеринбурге специалисты компании, уже имея на руках согласованный с заказчиком проект, вынуждены были приостановить монтаж наружных блоков на кровле здания по запрету арендодателя, с которым не было проведено согласование. На самом деле этот запрет имеет под собой основание. Ведь, помимо согласований с городскими архитектурными организациями, существует процедура проверки несущей способности кровли для конденсатора и его бетонного основания. Проводить такую экспертизу может только владелец здания, подпись представителя которого должна быть в монтажном проекте.

### Плюсы и минусы свободного охлаждения

Еще в начале 1990-х годов на российском рынке иностранный производитель систем прецизионного кондиционирования начал активно продвигать идею использования свободного охлаждения как новое решение проблемы запуска кондиционеров в зимний период для установленных повсеместно стандартных систем кондиционирования.

С экономической точки зрения идея была превосходна. Подобное решение позволяет экономить ресурс компрессора и как следствие потребляемую электроэнергию. Также отметим, что полностью отсутствует необходимость в установке комплекта зимнего пуска. На первый взгляд система имела один недостаток: необходимость монтажа громоздких воздуховодов для подачи свежего воздуха и наличие больших отверстий для установки наружных решеток. За всеми этими плюсами и минусами скрывались два очень важных негативных фактора.

Во-первых, холодный воздух ( $-26^{\circ}\text{C}$ ) нельзя подать в технологическое помещение необработанным. Его необходимо нагревать до  $18-20^{\circ}\text{C}$ , для чего используется смешение отработанного воздуха из тепловыделяющего помещения. При смешении холодного и теплого воздуха происходит выпадение конденсата в камере смешения, что приводит к намоканию воздушных фильтров и как следствие

превышению сопротивления и снижению расхода воздуха. Для предотвращения этого эффекта приточный воздух нагревают до  $2-3^{\circ}\text{C}$ , для чего необходимо затратить электроэнергию. При очень низких температурах электроэнергия расходуется больше, чем удается сэкономить от простоя компрессора.

### В конструктиве таких агрегатов имеются два водовоздушных теплообменника, один из которых — штатный испаритель

Во-вторых, практически все тепловыделяющее оборудование имеет технические условия на влажность воздуха, обычно в диапазоне  $40-55\%$  отн. вл., допускается диапазон  $20-80\%$  отн. вл. В зимний период влагосодержание воздуха близко к нулю. Как известно, подогрев воздуха не приводит к появлению в нем влаги, а значит, и относительная влажность при описанном выше свободном охлаждении будет ниже  $5-10\%$ . Таким образом, появляется необходимость постоянного увлажнения сухого наружного воздуха до заданной величины  $40\%$ . Увлажнение происходит за счет работы электронного парогенератора, которому требуется постоянная электроэнергия и расходный материал

в виде цилиндров или электродов. Такой способ свободного охлаждения сложно назвать энергосберегающим. В связи с этим целесообразнее использовать системы свободного охлаждения на основе передачи наружного холода через водно-гликолевую смесь.

Системы свободного охлаждения на основе передачи наружного холода через водно-гликолевую смесь. В конструктиве таких агрегатов имеются два водовоздушных теплообменника, один из которых — штатный испаритель. Основой свободного охлаждения является пластинчатый конденсатор, установленный в корпусе внутреннего модуля кондиционера, хладагент — водный раствор гликоля. На улице поблизости расположена сухая градирня, в летнее время соединенная с компрессором через жидкостный пластинчатый конденсатор.

Когда температура наружного воздуха опускается ниже  $15^{\circ}\text{C}$ , перепускные клапаны переключают путь охлажденной жидкости от пластинчатого конденсатора на второй воздушный теплообменник (воздухоохладитель). Охлажденная воздухом жидкость попадает напрямую в шкаф кондиционера, и происходит свободное охлаждение, при котором не изменяется влагосодержание воздуха внутри помещения. Конкретно такое свободное охлаждение действительно является экономически выгодным. ●



www.freevalpaper.com





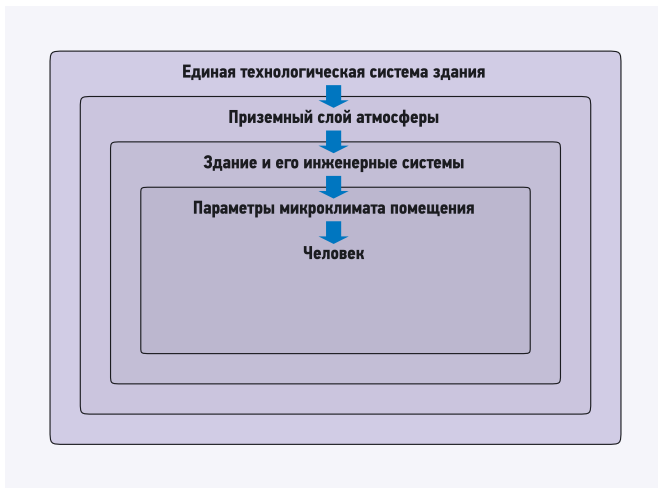


Рис. 1. Схема связи в единой технологической системе здания

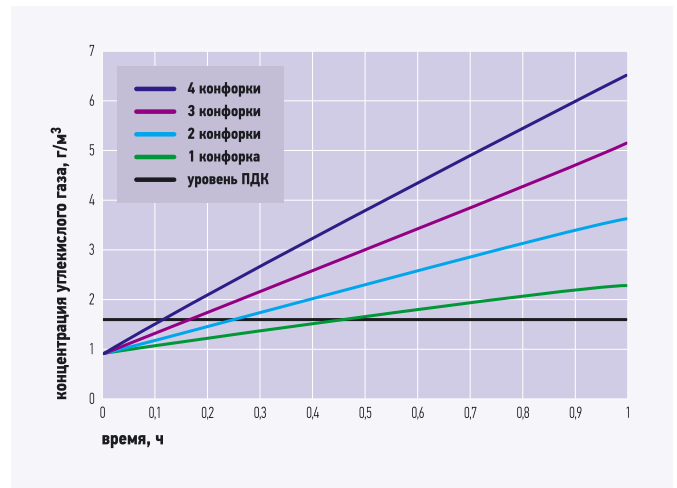


Рис. 2. Концентрация CO<sub>2</sub> (окна ПВХ, естественная вентиляция)

зывают нестационарное влияние на воздушный, тепловой, влажностный и газовый режимы помещений и здания, изменяется во времени работа инженерных систем по обеспечению требуемых параметров микроклимата в помещениях здания. При этом имеет место неравномерность во времени процесса распространения вредной примеси по объему помещения и по зданию. Тепловая инерционность здания и инерционность работы инженерных систем формируют нестационарность рассматриваемых динамических режимов в помещении и здании.

Многозонная модель помещения предполагает разбивку объема помещения на элементарные объемы — зоны, что позволяет проводить моделирование изменения параметров микроклимата рассредоточенно по объему помещения, получая количественные и качественные характеристики работающих инженерных систем, формирующих требуемые параметры микроклимата. Исходная информация, используемая при моделировании параметров микроклимата на основе многозонной модели вентилируемого помещения, дополняется характеристиками и месторасположением приточных и вытяжных отверстий системы вентиляции или кондиционирования воздуха, характеристиками и месторасположением приточных и вытяжных струй, формируемых конвективных струй от нагретых и охлажденных поверхностей.

Расчет расхода воздуха, проходящего через границы элементарных объемов основан на использовании коэффициента турбулентного обмена и коэффициентов диффузии. Представление здания как единой системы, в которой объединены все факторы, определяющие параметры микроклимата в помещениях, лежит в основе технологии прогнозирования изменения параметров микроклимата здания [1, 2].

На рис. 1 показана схема связей по формированию микроклимата в помещении в единой технологической системе здания. Вентиляция современных помещений с естественной системой вентиляции при ПВХ окнах недостаточна для обеспечения норм по качеству химического состава воздуха, так данные окна имеют повышенную герметичность и в помещении отсутствует или сильно сокращен приток свежего воздуха. Главная вредная примесь, поступающая в воздух помещений жилых зданий — это углекислый газ, который при увеличении концентрации вытесняет кислород из воздуха, формируя неблагоприятный химический состав воздуха. Углекислый газ поступает в воздух помещений при дыхании людей, животных, растений, при работе газовой плиты, при курении и пр. Новые ПВХ-окна вытесняют разработанные

и применяемые в советское время деревянные окна в спаренных переплетах, которые пропускали больше свежего воздуха, что соответствовало существующим нормам для вентиляции жилых квартир. Деревянные окна имеют большие щели, и сквозняки от них связаны с низким качеством столярных работ, а также с редкими ремонтами в квартирах, когда стыки окон и стеновой панели с течением времени увеличиваются, т.к. здание оседает и деформируется. Однако, новые окна имеют стыки, герметизированные специальной монтажной пеной, которая недолговечна и при наших холодных климатических условиях разрушится через 5–8 лет, т.е. со временем пластиковые окна тоже станут пропускать воздух, выхолаживая помещения, и будет необходим их ремонт, который всегда недешев.

Результаты прогнозирования изменения концентрации углекислого газа в двух смежных помещениях с перетеканием воздуха между ними с количеством поступающего свежего воздуха, равному 0 и 1 ч<sup>-1</sup> показаны на рис. 2 и 3, соответственно. На рисунках показана нестационарность изменения вредной примеси CO<sub>2</sub>, из которой можно определить превышение концентрации над величиной ПДК — предельно допустимой концентрацией, г/м<sup>3</sup>. На рис. 2 показано изменение концентрации углекислого газа при отсутствии

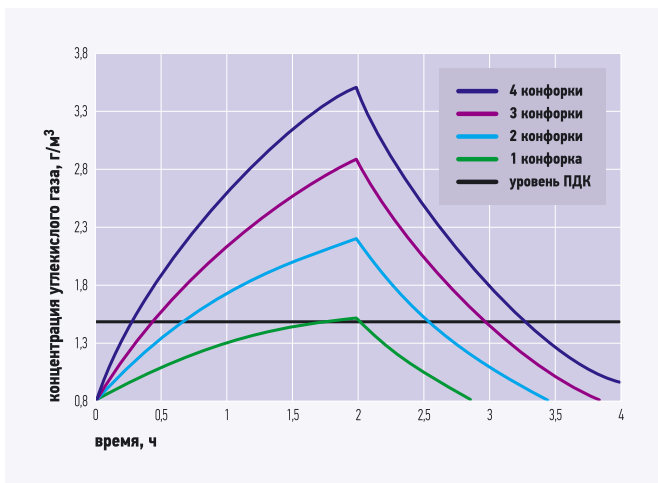


Рис. 3. Концентрация CO<sub>2</sub> (окна деревянные, естественной вентиляции нет)

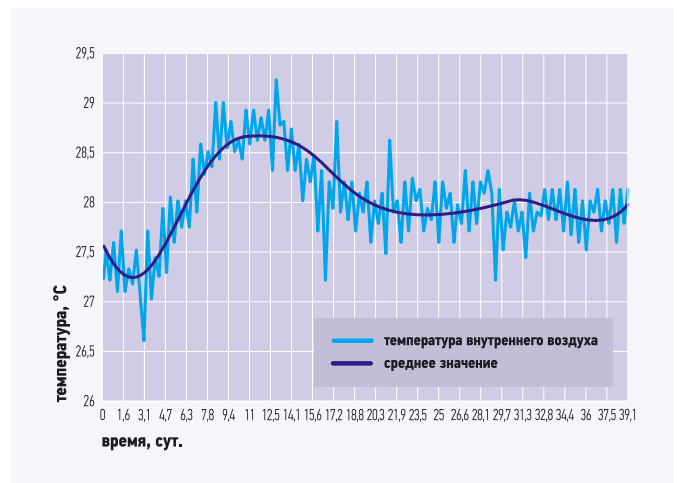
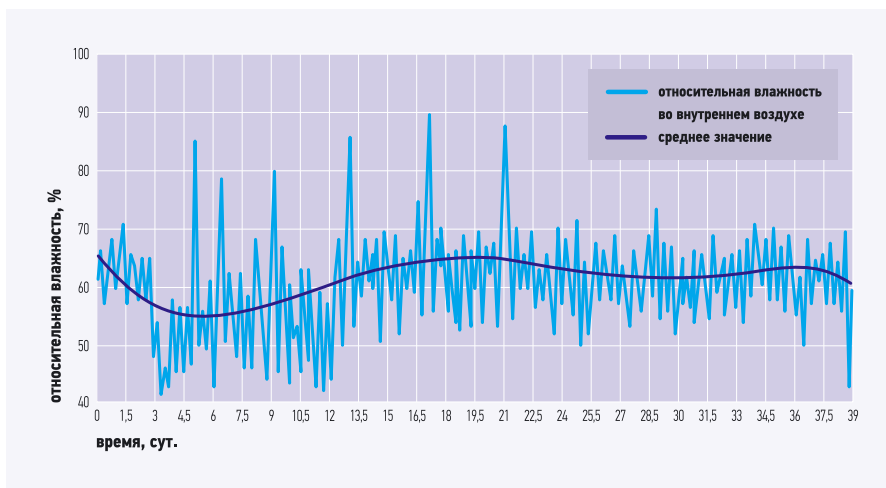


Рис. 4. Изменение температуры воздуха

вентиляции, т.е. при применении пластиковых герметичных окон при условии, что они закрыты, на рис. 3 видно, как меняется концентрация углекислого газа при окнах в старых деревянных переплетах, где концентрация вредной примеси растет достаточно сильно, но при этом работают слишком мощный источник углекислого газа — газовая плита. Из графиков очевидно, что в помещении кухни с газовыми плитами для приготовления пищи нельзя устанавливать герметичные новые окна. Установка таких окон приведет к росту концентрации углекислого газа, а при утечках метана к росту взрывопожароопасности, т.к. проветривание помещения затруднено. Прогнозирование параметров микроклимата позволяет на предпроектном уровне или на стадии ТЭО проектирования здания получить представление о будущей фактической работе инженерных систем, формирующих микроклимат в помещении и здании.

Наиболее современным и перспективным направлением получения достоверных данных о параметрах микроклимата в помещениях является мониторинг — систематические наблюдения, измерения, контроль и оценка состояния одного или нескольких элементов микроклимата по заранее подготовленной программе. Цель мониторинга — прогнозирование изменений состояния микроклимата помещений здания, происходящих под влиянием действия климата местности и внутренних источников тепловых, влажностных и газовых выделений. Составные части мониторинга таковы: наблюдение за факторами микроклимата помещений, оценка фактического микроклимата помещений и прогноз состояния микроклимата помещений.

Микроклимат помещений определяет безопасность человека, влияет на технологические и производственные процессы, определяет долговечность ограждающих конструкций здания, при этом микроклимат помещений определяется состоянием следующих параметров: температуры воздуха, температуры поверхности ограждающих конструкций, относительной влажности воздуха, влагосодержания воздуха, подвижности воздуха, концентрации различных примесей. Климат территории изменяется в течение года, формируя переменные во времени температурные, влажностные и газовые воздействия на помещение. Мониторинг микроклимата помещения невозможен без применения современных измерительных приборов, способных фиксировать данные с заданной периодичностью в течение недели, месяца, квартала, года, накапливать в памяти результаты измерений, которые впоследствии можно изучать и анализировать. Мониторинг микроклимата используется для контроля температурно-влажностного состояния воздуха в музеях, картинных галереях, в помещениях, где параметры



•• Рис. 5. Изменение относительной влажности воздуха

микроклимата влияют на производственные или технологические процессы.

В административных, общественных и жилых зданиях измерения температуры при местном регулировании теплоотдачи отопительных приборов с применением современных терморегуляторов проводятся последние 20–25 лет, что позволило, в частности, экономить тепловую энергию в системе отопления зданий. Однако, это стало возможным после реконструкции зданий и инженерных систем. В большинстве существующих зданий различного назначения применяются узлы учета потребления тепловой энергии, с помощью которых в режиме мониторинга фиксируется фактическое теплотребление помещением, группой помещений или зданием. Температурный, влажностный и газовый режимы помещения влияют, в первую очередь, на здоровье людей, на долговечность ограждающих конструкций здания, мебели, отделочных материалов, различного оборудования. В частности, сохранность антикварной мебели и старинных или высокохудожественных элементов интерьера — картин, икон, скульптур очень сильно зависит от температурно-влажностного, а иногда и газового режимов помещения, т.к. при неправильном сочетании параметров микроклимата они разрушаются и могут быть утрачены.

В последнее время в отделе помещений стали применяться изделия из редких тропических пород дерева, нуждающихся в специальном температурно-влажностном режиме для длительной эксплуатации. Создать требуемый температурный режим в помещении, пригодный одновременно для человека и для сохранности предметов искусства, дорогостоящих и редких элементов интерьера и отделки помещений — сложная инженерная задача. Проведены исследования температурно-влажностного режима помещения бассейна в спортивном центре в Москве. Определялось соответствие параметров микроклимата требуемым значениям. Мониторинг проводился в холодный период года (в ноябре) в течение 37 дней, результаты регистрировались через каждые полчаса.

Использовались регистраторы фирмы testo 175-H1 для фиксации температуры и относительной влажности внутреннего воздуха.

Результаты измерений приведены на рис. 4 и 5. На рис. 4 видно, как происходит колебание температуры в суточном режиме в помещении бассейна, среднее значение показывает сложное нестационарное изменение данного параметра во времени. Диапазон изменения температуры в помещении бассейна не выходит за пределы требуемых значений [1, 2]. На рис. 5 показана нестационарная изменения относительной влажности воздуха в помещении бассейна. В рабочее время относительная влажность воздуха не превышает 65%, а в отдельные периоды наблюдаются скачки относительной влажности до 90%.

На основании мониторинга бассейна можно сделать вывод, что инженерные системы обеспечивают заданный микроклимат в помещении бассейна в рабочее время. В то же время наблюдается превышение относительной влажности при выключенной системе вентиляции. Повышенная относительная влажность воздуха в помещении бассейна формирует неблагоприятный влажностный режим наружных и внутренних ограждающих конструкций, при котором увеличивается поток водяного пара через материалы ограждений, увеличивается влажность материалов, растут теплопотери помещения, снижается долговечность ограждений помещения и здания. Требуется дополнительная оценка влияния влажности на ограждающие конструкции с целью определения их долговечности. ●

1. СНиП 2.04.05–91\*. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Госстрой РФ. — М.: АПП ЦИТП, 1998.
2. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2 / Б.В. Баркалов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др. Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. — Изд. 4-е, перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1992.
3. Титов В.П. Здание — это единая технологическая система // Теплоэнергоэффективные технологии. — СПб.: Инф. бюлл., №3/1996.
4. Титов В.П., Рымаров А. Методы единой теплотехнической системы для оптимизации энергопотребления и повышения экологической безопасности здания // Известия ВУЗов. Строительство, №9/1997.

# Дыши вместе с планетой

## МУЛЬТИЗОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

### **DVM PLUS IV**

DIGITAL VARIABLE MULTI



#### МОЩНАЯ

DVM Plus 4 в комбинации из 4 наружных блоков обеспечивает системе мощность до 250 кВт и возможность подключения до 64 внутренних блоков.

#### НАДЕЖНАЯ

DVM Plus 4 надежно работает в режиме обогрева даже при атмосферной температуре воздуха  $-20^{\circ}\text{C}$ .

#### ГИБКАЯ

DVM plus 4 гарантирует удобство установки в самых сложных проектах при длине магистрали до 1 км при перепаде высот до 110 м.

#### ЭКОНОМИЧНАЯ

DVM Plus 4 потребляет значительно меньше электроэнергии. Коэффициент энергоэффективности достигает 4,57.

Единая служба поддержки Samsung Electronics: **8 (800) 555-55-55** (для бесплатных звонков из любого региона России).

**Подробная информация на сайте:**

[www.samsung.com/ru](http://www.samsung.com/ru)

E-mail: [info@samsung.ru](mailto:info@samsung.ru)

Товар сертифицирован. Реклама.

**SAMSUNG**



коговорителя. Физический механизм звукоизлучения машины, например, дизеля, может быть представлен схематически следующим образом. Вынужденная переменная сила  $F(t)$ , определяемая функциональной мощностью  $W_M$ , вызывает в некоторой части машины внутри нее в точке 1 колебательную скорость  $v_1(t)$ .

Внутренний механический импеданс в этой точке составит:

$$Z_M = \frac{F(t)}{v_1(t)}.$$

От действия указанной силы на поверхности машины в точке 2 возникают колебания со скоростью  $v_2(t)$ , в результате чего излучается звуковая мощность  $W$ . Пусть колебания в точках 1 и 2 связаны посредством коэффициентом передачи (передаточная функция)  $a_M$  следующей линейной зависимостью:

$$v_2 = a_M v_1(t).$$

Тогда звуковая мощность, излучаемая поверхностью машины вблизи точки 2, запишется в виде:

$$W = \rho c v_2^2(t) S \gamma,$$

где  $\rho c$  — импеданс среды вокруг машины;  $S$  — площадь излучения вблизи точки 2;  $\gamma$  — коэффициент излучения, равный отношению интенсивности звука, излучаемого поверхностью машины вблизи точки 2, к интенсивности звука, излучаемого колеблющимся поршнем с той же площадью  $S$  и той же скоростью  $v_2(t)$ .

В результате получаем важную для нас формулу звуковой мощности машины:

$$W = \frac{F(t)^2 a_M^2}{Z_M^2} S \rho c \gamma.$$

Проанализируем, исходя из этой формулы, первые шесть основных способов снижения шума.

**1. Первый способ** состоит в уменьшении вынуждающих сил  $F(t)$ . Однако технический прогресс обуславливает постоянный рост мощности и скоростных параметров машин, что приводит к увеличению вынуждающих сил. Сокращение допусков, балансировка и другие мероприятия по совершенствованию машины снижает действие этих сил, но, как правило, в меньшей степени, чем происходит их рост от увеличения мощности и скоростных параметров. Упования на борьбу с шумом в источнике его возникновения в качестве кардинального решения проблемы пока оправдываются редко. Это проблема совершенствования машин, повышения ее коэффициента полезного действия. Решая ее, машиностроители одновременно решают и проблему снижения шума.

## Наибольшим акустическим коэффициентом мощности обладают такие устройства как громкоговорители

**2. Второй способ** снижения шума машин состоит в увеличении внутренне-го механического импеданса  $Z_M$ . Этот способ также противоречит, но уже другой тенденции технического прогресса — сокращению материалоемкости и уменьшению массы машины, что приводит к увеличению вибровозбудимости: уменьшается  $Z_M$ , и, как следствие, увеличивается шум машины. Таким образом, увеличение внутреннего механического импеданса, даже в своем простейшем виде путем увеличения массы машин, бесперспективно. По причине роста вынуждающих сил и снижения материалоемкости шум машин растет.

**3. Третий способ** состоит в уменьшении передачи звуковых колебаний от места возбуждения к месту излучения, т.е. в уменьшении коэффициента передачи ам благодаря виброизоляции. Здесь имеются два пути применения виброизоляции — внутренний и внешний. Первый не находит какого-либо серьезного применения ввиду трудности его совмещения с прямым функциональным назначением машины. А вот внешняя виброизоляция широко используются для снижения структурного звука, к примеру, на судах. В зданиях (особенно высотных и элитных) этот вид звукоизоляции, безусловно, перспективен, например, в виде звукоизолирующих амортизаторов и вибропрокладок для изоляции структурного звука машин, устройств и инженерных систем. Традиционно он применяется для изоляции ударного шума в междуэтажных перекрытиях.

**4. Четвертый способ** состоит в уменьшении излучаемой поверхности  $S$ . Это иногда удается сделать путем уменьшения габаритных размеров машины (место одной большой машины — много малых машин) или использования решетчатого корпуса машины вместо сплошного. Уменьшение излучающей поверхности имеет ограниченное, но реально-эффективное применение. Например, перфорированием поверхности стола высокочастотного вибростенда можно заметно уменьшить излучаемую им звуковую мощность. Из-за простоты применения четвертый способ всегда надо иметь в виду.

**5. Пятый способ** состоит в уменьшении импеданса окружающей среды  $\rho c$  (произведение плотности среды на скорость звука в среде). Замена воздуха другим газом неэффективна, т.к. разница импедансов различных газов в этом случае незначительна. Можно сильно уменьшить импеданс окружающей среды, лишь поместив машину в сильно разреженный воздух. Но необходимо отметить, что в земных условиях это очень дорогой способ снижения шума. Однако, в специальных вакуумных звукоизолирующих конструкциях (например, в тепловозоизолирующих иллюминаторах) и в космических аппаратах (путем выноса шумных агрегатов наружу) он уже находит реальное применение.

**6. Шестой способ** состоит в уменьшении коэффициента излучения  $\gamma$ . Это можно сделать, установив вокруг машины звукоизолирующую оболочку. В последние годы для многих сложных машин инженеры разработали совершенные, в т.ч. и с эргономической точки зрения, ограждающие оболочки (например, корпус для многооперационных станков с программным управлением).



К еще более совершенным оболочкам можно отнести корпуса самолетов, вертолетов, судов с динамическими принципами поддержания, легковых автомашин, цельнометаллических пассажирских вагонов. Инженеры-акустики взяли эти оболочки в качестве основы для создания эффективной и удобной звукоизоляции машин и устройств различного назначения. Описанный способ является наиболее распространенным из описанных в этой статье ранее.

7. При рассмотрении **седьмого** (а также **восьмого**) **способа** снижения шума обратимся к ключевой формуле строительной акустики [28]. Эта формула для уровней звука  $L_p$  [дБ] в расчетной точке на расстоянии  $r$  [м] от источника шума мощностью  $W$  [Вт] может быть представлена в виде:

$$L_p = 10 \lg \left[ W \left( \frac{1}{2\pi r^2} + \frac{4(1-\alpha)}{\alpha S_n} \right) \right] \leq L_n,$$

где  $\alpha$  — средний коэффициент звукопоглощения ограждающего помещения;  $S_n$  — площадь ограждающих поверхностей, м<sup>2</sup>;  $L_n$  — норма допустимого шума в расчетной точке, дБ.

Из формулы, в частности, следует, что мощность шума  $W$  источника уменьшается в свободном полупространстве пропорционально квадрату расстояния  $r$ . Поэтому, если имеется необходимое большое расстояние от источника шума до человека, то седьмой способ — самый простой и эффективный. Однако, в условиях современного города его удастся применить редко, т.к. свободного пространства здесь часто нет или оно стоит очень дорого. Но всегда следует помнить о том, что кардинально решить проблему шумового воздействия на человека можно, удалив его подальше от

### Для снижения шума в помещении звукопоглощение само по себе количественно мало влияет на снижение шума

источников шума (например, сейчас престижно жить в загородном доме вдали от шума городского).

8. **Восьмой способ** состоит, как это также следует из вышеуказанной ключевой формулы, в увеличении звукопоглощения в окружающей человека среде — среднего коэффициента звукопоглощения ограждающих поверхностей помещения  $\alpha$ . Эта величина имеет также определяющее значение для качества акустики зала. Но для снижения шума в помещении, хотя ее роль здесь качественно обязательна (без звукопоглощения невозможно реализовать звукоизоляцию), звукопоглощение само по себе количественно мало влияет на снижение шума. Коэффициент звукопоглощения  $\alpha$  можно изменить в реальных конструкциях лишь в небольших пределах, а именно от 0,1 до 0,7, т.е. максимум в семь раз (в отличие от звукоизоляции  $R$  [дБ], которую конструктор вправе изменить максимально в пределах примерно 60 дБ, т.е. по интенсивности звука в 1 млн раз!). Таким образом, для защиты людей от шума для инженера-строителя в первую очередь важна звукоизоляция. Однако, специалист не должен исключать применение и других указанных выше способов снижения шума.

С целью наиболее эффективного решения задач строительной акустики, в частности, при строительстве современного жилья (см. [www.rost.ru](http://www.rost.ru)), из вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

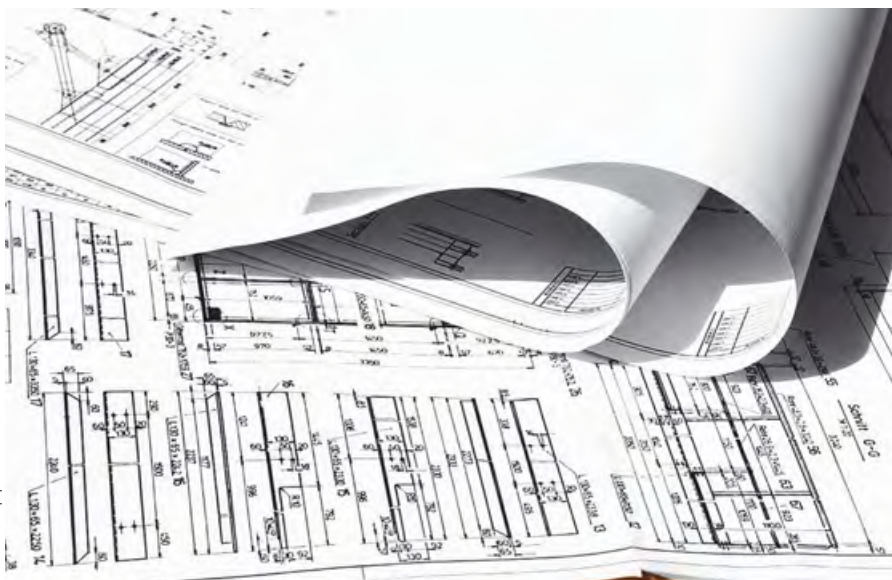
Борьбу с шумом в жилых, общественных и промышленных зданиях и на жилых территориях рекомендуется осуществлять инженеру-строителю с учетом достижений в других областях техники (судовая, авиационная, транспортная и промышленная акустики), а именно в виде:

- звукоизоляции ограждающих помещений конструкций зданий (стен, пола, потолка, окон и дверей);
- звуковиброизоляции и звуковибропоглощения машин, устройств и инженерных систем в зданиях;
- звукоизоляции и звукопоглощения системы вентиляции и кондиционирования воздуха в зданиях;
- звукоизолирующих кабин управления и комнат для конфиденциальных переговоров;
- акустических (шумозащитных) экранов на внешних магистралях и внутри помещений в зданиях;
- звукоизолирующих (шумозащитных) домов;
- звуковиброизоляции камер для стандартных акустических измерений звукоизоляции, звукопоглощения, виброизоляции и вибропоглощения.

Эффективность звукоизоляции и звукопоглощения, виброизоляции и вибропоглощения определяется по национальным, европейским или международным стандартам [28]. Результаты этого определения должны быть указаны в нормативно-технической строительной документации на здание и сооружение.

Осуществлению вышеуказанных рекомендаций по снижению шума посвящена представленная ниже литература [25–32], которую лучше всего получить в оцифрованном виде в трех отечественных книгохранилищах: Российской государственной библиотеке, Российской национальной библиотеке и Президентской библиотеке им. Б. Ельцина. Литературу [1–24] рекомендуется использовать инженером-строителем как дополнительную. Всю литературу [1–32] удобно разместить в компьютере инженера-строителя в качестве справочного материала. Однако, без высококвалифицированного специалиста-акустика иногда бывает очень трудно представить заказчику нужное решение.

**В настоящее время готовится к изданию новая книга автора данной статьи «Акустика жилых, общественных и промышленных зданий».** Книга содержит изложение научных основ строительной акустики и разъяснение их инженерных применений с помощью домашних заданий. Целью ставится обучение реше-





нию двух главных задач: снижение вредного шума до нормы в современных зданиях и обеспечение в них качественной акустики речи и музыки. В книге уделено должное внимание соответствующим национальным стандартам РФ, Международным стандартам ISO и ИЕС, Европейским стандартам EN. Приведен полный перечень более 630 указанных стандартов и даны рекомендации по их рациональному использованию.

Замечательное предисловие к книге написал крупный российский ученый, инженер, организатор науки и высшего образования академик РАН, д.т.н., профессор, президент Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (СПбГТУ) Ю.С. Васильев.

**Книга предназначена:**

□ для студентов и аспирантов строительных специальностей политехнических высших учебных заведений и соответствующих факультетов других вузов России и стран ближнего зарубежья;

□ для инженеров, архитекторов, научных работников, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией зданий различного назначения, планировкой и застройкой населенных мест с целью защиты от шума и обеспечения нормативных параметров акустической среды в зданиях и на территории жилой застройки;

□ для санврачей, работников экологических служб и коммунального хозяйства городов, областей, краев и республик РФ, занимающихся вопросами борьбы с шумом в зданиях и акустикой залов;

□ для всех жителей городов и весей нашего Отечества и русского зарубежья, страдающих от шума и акустического дискомфорта и активно желающих эти страдания и дискомфорт прекратить.

**Книга прошла рецензирование:**

□ заведующим кафедрой технологии, организации и экономики строительства инженерно-строительного факультета СПбГТУ, профессором, д.т.н.

Н.И. Ватным (рецензия утверждена деканом инженерно-строительного факультета СПбГТУ, профессором, д.т.н. А.И. Альхименко);

□ заведующим кафедрой физики факультета естественнонаучного и гуманитарного образования СПбМГТУ, профессором, д.ф.м.н. Ф.Ф. Легушей;

□ главным научным сотрудником ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, профессором, д.т.н., заслуженным деятелем науки и техники РФ В.И. Попковым.

**Из-за лишних децибел в городе в два-три раза увеличился рост сердечно-сосудистых заболеваний и гипертонии**

Главный санитарный врач Москвы Николай Филатов в «Российской газете» от 21 января 2008 г. заявил, что за последние 10 лет из-за лишних децибел в городе в два-три раза увеличился рост сердечно-сосудистых заболеваний и гипертонии, и что излишне громкие звуки даже сокращают на 8–12 лет продолжительность жизни москвичей. Столичные власти обеспокоены: почти 70% территории Москвы находятся в зоне шумового дискомфорта. Не лучше обстоит дело и во многих других городах. Проблемы строительной акустики ждут своих эффективных решений. ●

1. Славин И.И. Производственный шум и борьба с ним. — Издательство ВЦСПС Профиздат, 1955.
2. Боголепов И.И., Авфернок Э.И. Звукоизоляция на судах. — Л.: Судостроение, 1970.
3. Клюкин И.И. Борьба с шумом и звуковой вибрацией на судах. — Л.: Судостроение, 1971.
4. Шумоглушение. Тематический сборник научных трудов. Под общ. ред. И.И. Боголепова и Д.А. Мателенка. — М.: ВЦНИИОТ ВЦСПС, 1976.
5. Витринский И.М., Корчма М.В., Трандина З.В. Применение общепромышленных решений, способствующих уменьшению шума кузнечно-прессовых машин. Метод. рек. — М.: ВНИИ информации по машиностроению и робототехнике, 1977.
6. Справочник по судовой акустике. Под общ. ред. И.И. Клюкина и И.И. Боголепова. — Л.: Судостроение, 1978.
7. Иванов Н.И. Борьба с шумом и вибрациями на путевых и строительных машинах. — М.: Транспорт, 1979.
8. Никифоров А.С. Вибропоглощение на судах. — Л.: Судостроение, 1979.
9. Справочник по технической акустике. Под ред. М. Хекля и Х.А. Мюллера. — Л.: Судостроение, 1980.
10. Григорьян Ф.Е., Перцовский Е.А. Расчет и проектирование глушителей шума энергоустановок. — Л.: Энергия, 1980.
11. Контроль шума в промышленности. Предупреждение, снижение и контроль промышленного шума в Англии. Под ред. Дж. Вебба. Пер. с англ. под ред. И.И. Боголепова. — Л.: Судостроение, 1981.
12. Филатов В.И., Мясников В.В. Рекомендации по снижению шума в цехах литья, экструзии и пресования полимерных материалов. — Л.: ВЦНИИ ВЦСПС, 1982.
13. Борьба с шумом на производстве. Под ред. Е.Я. Юдина. — М.: Машиностроение, 1985.
14. Ковригин С.Д., Крышов С.И. Архитектурно-строительная акустика. — М.: Высшая школа, 1986.
15. Боголепов И.И. Промышленная звукоизоляция. Теория, исследования, проектирование, изготовление, контроль. Пред. акад. АН СССР И.А. Глебова. Моногр. — Л.: Судостроение, 1986.
16. Клюкин И.И. Физико-технические основы виброизоляции механизмов и другого виброактивного оборудования. — Ленинградский орд. Ленина кораблестроительный институт, 1986.
17. Авиационная акустика. В двух частях: Ч. 1. «Шум на местности дозвуковых пассажирских самолетов и вертолетов» и Ч. 2. «Шум в салонах пассажирских самолетов». Под ред. А.Г. Мунина. — М.: Машиностроение, 1986.
18. Снижение шума в зданиях и жилых районах. Под ред. Г.Л. Осипова и Е.Я. Юдина. — М.: Стройиздат, 1987.
19. Изак Г.Д., Гомзиков Э.А. Шум на судах и методы его уменьшения. — М.: Транспорт, 1987.
20. Никифоров А.С. Акустическое проектирование судовых конструкций. — Л.: Судостроение, 1990.
21. Справочник проектировщика. Защита от шума в градостроительстве. Под ред. Г.Л. Осипова. — М.: Стройиздат, 1993.
22. Никифоров А.С., Иванов Н.И. Проблема акустического загрязнения в Санкт-Петербурге. «Концепция развития Санкт-Петербурга на ближайший и отдаленный периоды с расстановкой приоритетов, основанных на общественном согласии»: Мат. III-го съезда Санкт-Петербургского Союза научных и инженерных обществ. Т. 1. — СПб., 1996.
23. Овсянников С.Н. Распространение звуковой вибрации в гражданских зданиях. — Томск: ТГАСУ, 2000.
24. Ионов А.В. Средства снижения вибрации и шума на судах. — СПб.: ГНЦ РФ ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2000.
25. Боголепов И.И. Высокоэффективная звукоизоляция XXI века. «Наука, промышленность, сельское хозяйство и культура в Санкт-Петербурге и Ленинградской области на пороге XXI века»: Мат. IV-го съезда Санкт-Петербургского Союза ученых, инженеров и специалистов производства. Т. 2. — СПб., 2000.
26. Шевьев Ю.П. Физические основы архитектурно-строительной акустики. Учебн. пос. — СПб.: Изд-во СПбГУКиТ, 2001.
27. Осипов Л.Г., Бобылев В.Н., Борисов Л.А. и др. Звукоизоляция и звукопоглощение. Учеб. пос. для студ. ВУЗов. Под ред. Г.Л. Осипова, В.Н. Бобылева. — М.: ООО «Изд-во АСТ»; ООО «Изд-во Астрель», 2004.
28. Боголепов И.И. Строительная акустика. Пред. акад. РАН Васильева Ю.С. — СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2006.
29. Боголепов И.И., Лапшина О.В. и Окладникова О.Н. Предложения по совершенствованию аттестации устройства для измерения звукоизоляции строительных конструкций // Научно-технические ведомости, №4-1 (52)/2007, СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2007.
30. Боголепов И.И. Новый метод акустического расчета системы вентиляции и кондиционирования воздуха зданий // Журнал С.О.К., №2/2008.
31. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. — М.: «Логос», Университетская книга, 2008.
32. Боголепов И.И. Вакуумные звукоизолирующие конструкции // Инженерно-строительный журнал, №1/2008, СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2008.



## Когенерационные установки для энергообеспечения предприятий

В этой статье рассмотрено использование когенерационных установок для нужд малой энергетики в целях обеспечения экономии топливно-энергетических ресурсов. Приведены результаты сравнения различных типов установок в составе автономных источников энергии, а также показаны особенности их конструкции и принципа действия.

**Автор:** П.Я. КИРЕЕНКО, студент;  
В.Н. ДОРОФЕЕВ, доцент, к.т.н., Владимирский государственный университет (ВлГУ)

Преимущества от использования систем когенерации для энергообеспечения объектов многогранны: с точки зрения экономичности (в т.ч. за счет снижения затрат на передачу энергии, т.к. энергогенерирующее оборудование установлено в непосредственной близости от потребителя), надежности (от снижения уязвимости инфраструктуры энергетики при непредвиденных сбоях), экологии (от снижения вредных выбросов в атмосферу) и утилизации теплоты (от расширения спектра ступеней по использованию первичных и вторичных энергоресурсов).

Представляется выгодным с точки зрения энергосбережения соединение когенерационной и абсорбционной охлаждающей установок для комбинированного производства электроэнергии, теплоты и холода (тригенерация).

С использованием когенерации особенно возможен частичный или полный переход предприятия или жилищного фонда с централизованного теплообеспечения на местные когенерирующие системы. Также целесообразен вариант преобразования видов энергии (тепловой в электрическую и наоборот) с использованием дополнительных аккумулирующих устройств (для сглаживания неравномерности использования тепловой и электрической энергии в течение суток), при которых рационально решается проблема передачи излишков электроэнергии в электросеть в периоды остановки производства тепловой энергии и обеспечивается распределение теплоты между предприятиями и жилищным фондом.

Эффективная и надежная работа энергогенерирующих предприятий — один из наиболее важных критериев для обеспечения высокого уровня экономического благосостояния общества. Отечественная инфраструктура промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунальной отрасли предполагает, как правило, централизованный порядок получения энергоносителей.

При этом в существующих единых энергосистемах (электрических и тепловых) имеют место следующие недостатки:

- значительные потери при транспортировке энергии по протяженным и разветвленным сетям;
- отсутствие резерва электрической и тепловой мощности;
- низкая экономичность и надежность устаревшего оборудования.

**Когенерация — это термодинамическое производство двух и более форм полезной энергии из единственного первичного источника энергии**

В настоящее время в новых экономических условиях перехода к социально ориентированному рыночному отношению и сравнительно высоком уровне инфляции нет возможности использования централизованных средств для выполнения отработавших свой ресурс и требующих замены генерирующих мощностей. Строительство малых теплоэлектростанций (мини-ТЭС) и модернизация существующих мини-ТЭС с применением принципов когенерации являются одним из наиболее перспективных путей развития энергетики страны [1].

**Когенерация — это термодинамическое производство двух и более форм полезной энергии (механической, электрической и тепловой) из единственного первичного источника энергии (органического топлива или нетрадиционных видов).**

Если при традиционном раздельном способе производства электроэнергии (на электростанциях) и теплоты (в котельных) значительная часть энергии топлива не используется, то можно значительно уменьшить общее потребление топлива путем применения когенерационных установок, обеспечивающих одновременное совместное производство электроэнергии и теплоты.



В качестве новых технологий в энергопотреблении на проектируемой территории (а также на промышленном или коммунальном объекте) можно применять процессы когенерации, что дает существенные экономические преимущества, а также повышает надежность энергоснабжения. При эксплуатации традиционных (паровых, газовых) электростанций в связи с технологическими особенностями процесса генерации энергии большое количество теплоты теряется, сбрасывается в атмосферу через конденсаторы пара, градирни и другие охлаждающие устройства (теплообменники). Значительная часть этой теплоты может быть утилизирована и использована для тепловых потребностей, что повышает эффективность энергогенерирующей установки с 30–50% (для электростанций без когенерации) до 80–90% и более в ТЭС с когенерационными установками.

Покажем эффективность когенерации по сравнению с раздельной выработкой энергии на следующем примере. При раздельном производстве электрической энергии (на электростанции с КПД 26%) и теплоты (в котельной с КПД 90%) суммарное значение КПД при производстве энергии составляет:

$$\frac{26 + 90}{100 + 100} = 0,58 \text{ (58\%)}$$

При совместном производстве, например, на мини-ТЭЦ (с когенерационными установками) электрической энергии (с КПД 35%) и теплоты (с КПД 55%) полный КПД источника энергии равен:

$$\frac{35 + 55}{100} = 0,90 \text{ (90\%)}$$

где 100% — потоки химической энергии топлива, поступающей на источник энергоснабжения. Итак, в настоящее время можно утверждать, что когенерация является одной из наиболее эффективных технологий энергообеспечения.

Стоимость мини-ТЭС зависит от мощности и типа применяемых генераторных установок, фирмы-производителя, стоимости вспомогательного оборудования и пиковых котлов. Оптимальный выбор оборудования для мини-ТЭС определяется (кроме удельной стоимости киловатта установленной мощности) многими другими факторами, в т.ч. эксплуатационными расходами, требованиями по охране окружающей среды и т.д. Основными достоинствами мини-ТЭС являются:

- малые потери при транспортировке тепловой и электрической энергии по сравнению с системами централизованного тепло- и электроснабжения;

### При работе мини-ТЭС важно обеспечить постоянство номинальной тепловой и электрической нагрузок когенерационных установок

- автономность функционирования (независимость от централизованной энергосистемы) и, как следствие, надежное и бесперебойное энергоснабжение;
- возможность продажи излишков вырабатываемой энергии;
- низкая себестоимость тепловой и электрической энергии по сравнению с системами централизованного тепло- и электроснабжения.

Капитальные затраты при применении мини-ТЭС компенсируются за счет низкой себестоимости энергии в целом. При подключении новых мощностей отпадает необходимость в строительстве протяженных сетей. Главной целью строительства мини-ТЭЦ является обеспечение потребностей в электрической и тепловой энергии при рациональном использовании топливно-энергетических ресурсов в соответствии с требованиями по охране окружающей среды и быстром возврате инвестированного капитала.

При работе мини-ТЭС важно обеспечить постоянство номинальной тепловой и электрической нагрузок (в базовом режиме) когенерационных установок (путем параллельного включения с единой энергосетью), чем можно до-

биться дальнейшего снижения ежегодных эксплуатационных расходов. В некоторых случаях возможно и целесообразно использование когенерационных установок в режиме одновременного производства трех видов энергии: электроэнергии, теплоты и холода. Это дает возможность эффективно использовать в летний период утилизируемую теплоту, что особенно важно для многих промышленных предприятий и учреждений, где летняя потребность в отоплении помещений и нагреве воды на горячее водоснабжение может быть незначительной.

Применение в когенерационных системах абсорбционных устройств, преобразовывающих тепловую энергию в холод, позволяет рационально использовать установки и значительно повысить их экономическую эффективность, кроме того, мини-ТЭС на базе когенерационных установок имеют экологические преимущества.

Когенерационная установка (КГУ) состоит из основных частей: первичного двигателя, электрогенератора, системы утилизации теплоты и системы контроля и управления. Когенерационные системы, как правило, классифицируются по типу первичного двигателя и генератора, а также по виду потребляемого топлива. В зависимости от существующих требований роль первичного двигателя в КГУ могут выполнять поршневой двигатель, паровая турбина, газовая турбина, парогазовая установка или же микротурбина.



•• Техническая характеристика первичных двигателей\*

табл. 1

Двигатель	Используемое топливо	Диапазон мощностей, МВт	Отношение теплота/электроэнергия	Электрический КПД, %	Общий КПД, %
Паровая турбина	любое	1–1000+	3:1–8:1	10–20	до 80
Газовая турбина	газ, биогаз, дизельное топливо, керосин, пропан-бутан, мазут, легкое дистиллятное топливо	0,25–300+	1,5:1–5:1	25–42	65–87
Парогазовая установка	газ, биогаз, дизельное топливо, керосин, пропан-бутан, легкое дистиллятное топливо	3–300+	1:1–3:1	35–55	73–90
Поршневой двигатель с воспламенением от сжатия (дизель)	газ, биогаз, дизельное топливо, керосин, пропан-бутан, легкое печное топливо, мазут	0,2–20	0,5:1–3:1 (обычно 0,9–2)	35–45	65–90
Поршневой двигатель с воспламенением от искры	газ, биогаз, керосин, легкое печное топливо	0,003–6	1:1–3:1	35–43	70–90

\* Знак «+» свидетельствует о наличии двигателей подобного типа больших мощностей.

При выборе первичного двигателя и в целом КГУ обращают внимание на несколько факторов: какое топливо будет использоваться установка (по простоте подвода его к когенератору), какая мощность необходима, какое количество электроэнергии и теплоты необходимо произвести. Техническая характеристика некоторых первичных двигателей представлена в табл. 1. У каждого типа двигателя имеются свои особенности, которые влияют на конечный выбор всей когенерационной установки (станции).

Поршневой двигатель — это двигатель внутреннего сгорания (ДВС), и он вырабатывает мощность за счет преобразования химической энергии топлива в теплоту (при сгорании топлива), которая затем преобразуется в механическую работу (за счет внутренней энергии от расширения рабочего тела). Газопоршневая установка рассчитана на работу на различных составах природного газа, включая газ, получаемый из промышленных отходов (биогаз, шахтный газ). Достоинством этих установок является возможность их лучшего использования на относительно малых мощностях. На практике применяют два типа поршневых двигателей: с искровым зажиганием (аналог автомобильного бензинового двигателя) — двигатели с искровым зажиганием могут работать на чистом газе (природный газ, биогаз и другие газы); с воспламенением от сжатия (аналог автомобильного или судового дизеля), которые могут работать на дизельном топливе или природном газе (с добавлением 5% дизельного топлива для обеспечения воспламенения топливной смеси).

Единичные мощности поршневых машин лежат в пределах от 0,2 до 20 МВт для дизелей и от 3 кВт до 6 МВт для

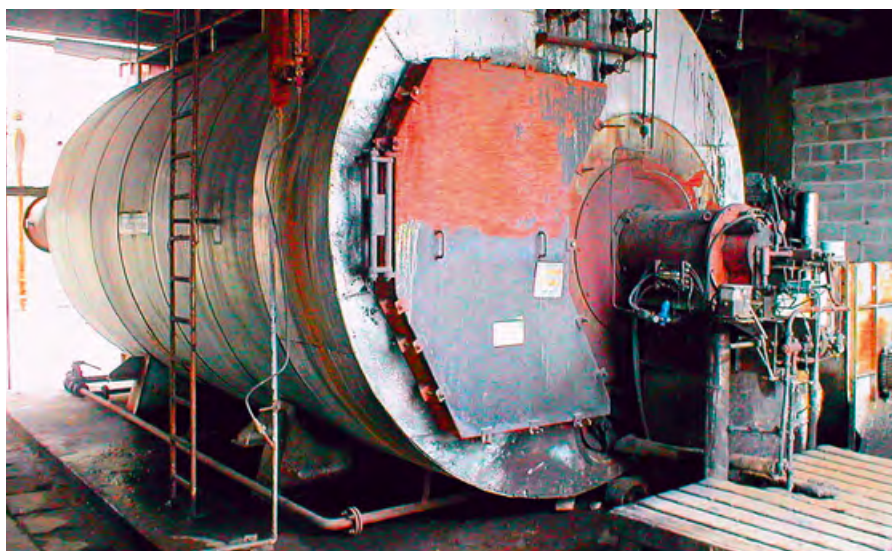
искровых двигателей. Для них характерны следующие весомые достоинства: высокая производительность; эффективная работа в широком спектре нагрузок (от 30 до 100%); многообразие моделей по выходной мощности; гибкость в выборе топлива и возможность работы на нескольких его видах; преобладающие производства электроэнергии; имеется возможность использования теплоты от охлаждения элементов машины.

Газотурбинные установки способны производить гораздо большее количество теплоты по сравнению с газопоршневыми, что позволяет комплектовать ими мини-ТЭС мощностью свыше 30 МВт. В газовых турбинах газ, нагнетаемый в камеру сгорания компрессором, смешивается с воздухом, образуя топливно-воздушную смесь, и поджигается. Образующиеся продукты сгорания с высокой температурой (900–1200 °С), проходя через несколько рядов лопаток, установленных на валу турбины, приводят к ее вращению. Механическая энер-

гия вала турбины передается к электрическому генератору, где преобразуется в электроэнергию. Тепловая энергия выходящих из турбины газов поступает в теплоутилизатор. Механическая энергия турбины также может использоваться для работы насосов, компрессоров и других нагнетателей. Температура выходящих из турбины газов составляет 450–550 °С. Количественное соотношение тепловой энергии к электрической у газовых турбин составляет от 1,5:1 до 2,5:1, что позволяет строить когенерационные системы, различающиеся по типу теплоносителя: непосредственное (прямое) использование отходящих горячих газов; производство пара низкого или среднего давления (8–18 кгс/см<sup>2</sup>) во внешнем котле, а также пара высокого давления; производство горячей воды (с температурой до 140 °С и выше).

**При работе мини-ТЭС важно обеспечить постоянство номинальной тепловой и электрической нагрузок когенерационных установок**

Электрический КПД газовой турбины составляет 25–35%, в зависимости от параметров работы конкретной модели и характеристик топлива. В составе когенерационных систем эффективность возрастает до 90% (по теплоте сгорания топлива). Газовые турбины обладают хорошими экологическими параметрами. Преимуществами газовых турбин являются: отсутствие водяной системы охлаждения; гибкость в выборе топлива; низкая эмиссия вредных веществ; работа установки на нескольких видах топлива; высокая единичная мощность.



К недостаткам газовых турбин относятся: высокий нижний порог эффективного применения (от 5 МВт электроэнергии); производительность ниже, чем у поршневых двигателей; необходимость подготовки топлива (очистка, осушка, компрессия); низкая эффективность при неполной загрузке.

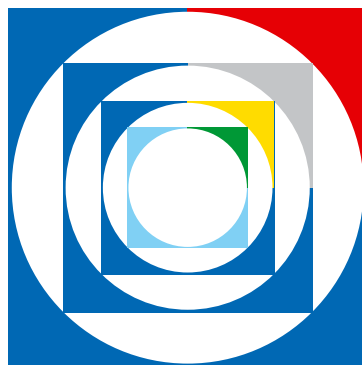
Паровые турбины преобразуют пар высокого давления (до 6,3 МПа) и температуры (до 480 °С и более), вырабатываемый в котлах, в механическую энергию, используемую генератором для производства электроэнергии. КПД паровой турбины в части генерации электроэнергии ниже, чем у газовых турбин или поршневых двигателей, но в составе когенерационных систем суммарная эффективность паровой турбины может достигать 84 % (в зависимости от теплоты сгорания топлива). Паровые турбины бывают двух типов: с противодавлением (давление пара на выходе турбины выше атмосферного); конденсационные (давление пара на выходе турбины ниже атмосферного). Применение дополнительного (внешнего по отношению к турбине) конденсатора позволяет увеличить электрическую эффективность, но снижает (практически до нуля) последующее использование отходящей теплоты. Мощности одной установки могут быть от 0,5 до 1000 МВт. Они имеют следующие особенности: работа на любом топливе; высокая единичная мощность; различные виды теплоносителя; многообразие моделей по мощности; производство теплоты преобладает над выработкой электроэнергии; высокий нижний предел нагрузок эффективного применения.

Паровые турбины обладают большими единичными мощностями, и их используют в качестве первичных двигателей в промышленных установках. Перспективным является использование паровых турбин при модернизации существующих котельных средней и большой производительности, оснащенных паровыми котлами с нагрузкой на отопление и горячее водоснабжение, с целью производства электроэнергии путем реализации принципа когенерации. Производство электроэнергии здесь связано с незначительными эксплуатационными затратами, что обуславливает низкую себестоимость вырабатываемой электроэнергии. При этом котельные могут работать на любом виде топлива: газ, мазут, уголь.

Микротурбина — высокоскоростная газовая турбина, в камере сгорания которой сжигается газ или жидкое топливо. На базе микротурбин целесообразно комплектовать мини-ТЭС мощностью от 10 до 2000 кВт с широким диапазоном регулирования нагрузки (от 0 до 100 % номинальной величины).

При выборе генерирующего оборудования для автономной мини-ТЭС обычно приходится сталкиваться со многими противоречивыми требованиями [2].

Одним из таких требований являются значения минимальной и максимальной электрической нагрузки на объекте. Это требование определяет максимальную единичную мощность и количество агрегатов. К примеру, если максимальная нагрузка составляет 500 кВт, а минимальная в ночное время суток — 30 кВт, то довольно сложно подобрать генераторную установку на основе газопоршневых агрегатов (ГПА), продолжительная минимальная мощность которых должна быть не менее 45–50 % от номинальной, т.е. при единичной мощности одного ГПА не более 60–70 кВт количество однотипных агрегатов составит не менее 9–10 шт.



# SHK moscow 2011

15-я международная специализированная выставка и конференция

**отопление**

**вентиляция и кондиционирование**

**энергоэффективность**

**возобновляемые источники энергии**

**водоснабжение**

## 18–21 Апреля

Москва/Россия  
ЦВК «Экспоцентр»

[www.shk.ru](http://www.shk.ru)  
[www.shk-online.com](http://www.shk-online.com)

При поддержке:



На правах рекламы.

Официальный журнал  
выставки:



Генеральные информационные  
спонсоры:



НП «АВОК»



Messe  
Düsseldorf  
Moscow



Messe  
Düsseldorf

У микротурбинной установки (МТУ) при работе в тепловом режиме минимальная продолжительная электрическая нагрузка может быть 0 кВт (режим холостого хода). Другая проблема связана с единичным набросом нагрузки в один прием. Большинство производителей ГПА рекомендуют наброс нагрузки в один прием не более 10–20 % от номинальной мощности, в то время как МТУ допускают наброс/сброс нагрузки 100 %.

При отсутствии у МТУ этих противоречий и ряда других недостатков (по затратам на техническое обслуживание и интервалам между ними, по концентрации вредных выбросов окислов азота  $\text{NO}_x$  — у ГПА 250–900 мг/м<sup>3</sup>, по уровню шума и вибраций — у ГПА они выше) многие специалисты отдают предпочтение микротурбинным установкам в проектных решениях автономных мини-ТЭС с мощностью потребления от 0 до 1,5–2 МВт. Появление микротурбинных установок связано с отсутствием на рынке надежных, высокоресурсных, с низким уровнем эмиссии, а также небольшими затратами на обслуживание и эксплуатацию автономных источников постоянного электро- и теплоснабжения с электрической мощностью до 100 кВт и более.

Выбор микротурбинной установки является более предпочтительным в следующих случаях: требуется полностью автономный режим работы, при котором электрическая нагрузка может изменяться от 0 до 100 % по любому графику; графики потребления тепловой и электрической нагрузки не совпадают друг с другом; при наличии других ограничений (шум, вибрации, выбросы  $\text{NO}_x$ , сроки технического обслуживания).

Представляют интерес микротурбинные установки (МТУ), производимые

**При максимальном производстве электроэнергии когенерация играет подчиненную роль и обеспечивается за счет отвода части теплоты из паровой турбины**

американской компанией Elliott Energy Systems (EES) двух моделей: TA-100 RC-HP — установка для комбинированного производства электрической и тепловой энергии (когенератор) с электрической мощностью 100 кВт и тепловой до 172 кВт; TA-100 R — установка для производства электроэнергии (электростанция), которые могут использоваться в качестве источников энергоснабжения объекта (например, элитного жилого комплекса). МТУ производства компании EES могут объединяться в отдельные группы (до 20 установок в каждой при параллельной работе в автономном режиме). В состав установки модели TA-100 RC-HP входят: турбогенератор (как агрегат, в котором объединены в единое целое турбокомпрессор с высокоскоростным электродвигателем), камера сгорания, рекуператор, система утилизации теплоты с котлом-утилизатором (КУ), другие системы и устройства.

Парогазовые установки (в самом экономичном и классическом варианте схемы) состоят из двух блоков: газотурбинной (ГТУ) и паросиловой (ПС) установок. В первом, газотурбинном, цикле КПД редко превышает 38 %. Отработавшие в ГТУ, но все еще сохраняющие высокую температуру продукты сгорания поступают в т.н. «котел-утилизатор». Там они нагревают пар до температуры 500 °С и давления 8 МПа, достаточных для работы паровой турбины. Во втором, паросиловом, цикле

используется еще около 20 % энергии сгоревшего топлива. В сумме электрический КПД всей установки оказывается около 58 %. Существуют и некоторые другие типы комбинированных парогазовых установок. При максимальном производстве электроэнергии когенерация играет подчиненную роль и обеспечивается за счет отвода части теплоты из паровой турбины.

Для обеспечения надежного энергоснабжения электростанция должна иметь достаточную маневренность при сохранении высоких технико-экономических показателей. Газотурбинные установки (ГТУ) имеют более высокие показатели по скорости пусков-остановок и набора сброса, чем паротурбинные энергоблоки, однако они имеют гораздо худшие технико-экономические показатели на режимах работы с частичными нагрузками. Также мощностные характеристики ГТУ значительно больше зависят от окружающих условий. Например, для разработанной ГНПП «Мотор» ГТУ 10/95 при понижении мощности на валу силовой турбины от 10 до 4,5 МВт. КПД при выработке только электроэнергии падает от 28,8 до 22,2. Поэтому в качестве базисного режима работы ГТУ следует рассматривать его номинальную нагрузку.

Существует ряд способов сочетания повышенных маневренных характеристик с высокими технико-экономическими показателями [3]: охлаждение воздуха на входе в компрессор; промежуточное охлаждение воздуха в компрессоре; увеличение глубины вакуума в конденсаторе паровой турбины; аккумуляция теплоты; регулирование отбора пара в паровой турбине для нужд теплофикации; подогрев воздуха перед компрессором ГТУ в теплообменнике продуктами сгорания; отключение регенерации.

В статье [3] рассмотрена схема маневренной парогазовой установки (в составе газотурбинной части и паровой турбины), которая позволяет реализовать большинство из приведенных выше методов повышения маневренности и эффективности энергоустановок. Данная схема работы энергоблока на базе ГТУ может обеспечить широкий диапазон изменения мощности. При работе установки газотурбинная часть энергоблока и паровая турбина в режиме с полностью включенным отбором обеспечивает покрытие базовой части графика электрической нагрузки. Энергия пара из отбора паровой турбины либо накапливается в тепловом аккумуляторе, либо отдается теплофикационному потребителю. При повышении нагрузки включается систе-



ма промежуточного охлаждения воздуха в компрессоре ГТУ, тем самым повышается ее мощность; затем снижается расход отбираемого из турбины пара, повышается мощность паровой турбины.

Для корректной оценки показателей энергоэффективности когенерационных установок может быть использована расчетная методика (из ряда балансовых выражений), учитывающая (при некоторых допущениях) структуру энергоданса и соотношения используемых теплотерпадов в комбинированном цикле на генерацию электрической и тепловой энергии. Проверка, выполненная авторами [4], некоторых показателей когенерационной установки (на базе ГПУ PG-1250 В) показала, что по паспортным данным фирмы Wilson при работе КГУ без утилизации теплоты удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии при электрическом КПД 38,2% (точнее, значения коэффициента использования топлива КИТ) достигает 0,3215 кг у.т./кВт·ч, а расчетом по данной методике при работе ДВС по комбинированному циклу получена величина, равная 0,1559 кг у.т./кВт·ч, т.е. в два раза меньше; поэтому пренебреже-

### **Собственник мини-ТЭС, как правило, имеет в три-четыре раза более дешевую электроэнергию и в полтора-два раза — теплоту, чем по тарифам традиционных монополистов**

ние преимуществом КГУ при выработке энергии становится неоправданным. При проведении балансовых испытаний в составе режимных параметров когенераторов нужна инструментальная оценка фактической величины коэффициента когенерации (в зависимости от доли сброса теплоты), и с учетом его изменения на частичных нагрузках (включая нижнюю границу эксплуатационного диапазона) осуществлять выбор основного оборудования когенерационных установок. При этом следует предпочитать установки с высокотемпературными системами охлаждения.

В материале [5] приведены описание работы, состав оборудования и технические характеристики блочных паровых турбоагрегатов (мини-ТЭЦ), газотурбинных электростанций (ГТЭС), газопоршневых и дизельных электростан-

ций, предназначенных для производства электрической и тепловой энергии (в т.ч. с возможностью реализации в них принципа когенерации).

Собственник мини-ТЭС, как правило, имеет в три-четыре раза более дешевую электроэнергию и в полтора-два раза — теплоту, чем по тарифам традиционных монополистов. Малая энергетика успешно дополняет централизованную систему энергоснабжения и часто способна решить проблему надежного и экономичного обеспечения тепловой и электрической энергией промышленных и жилищно-коммунальных объектов. ●

1. Григорьев А.В. Малая энергетика в России (состояние и перспективы развития) // Электросистемы, №4(16)/2006.
2. Кривобок А.Д. Микротурбинные установки для автономных мини-ТЭС // Электросистемы, №4(16)/2006.
3. Асеев С.Н., Курунов Ю.С. Повышение эффективности работы ГТУ-ТЭЦ в условиях переменных нагрузок // Энергосбережение в городском хозяйстве. Мат. III-й российской науч.-тех. конф., 04.2001. — Ульяновск: УлГТУ, 2001.
4. Лешкович В.В., Николаев Н.Н., Николаев Ю.Н. Особенности оценки показателей энергоэффективности когенерационных установок // Энергосбережение, №7/2007.
5. Справочник энергетика / Под ред. Чохонелидзе А.Н. — М.: Колос, 2006.



**ВЫСТАВКА МВЦ Крокус-Экспо**

**ОТОПЛЕНИЕ,  
ВОДОСНАБЖЕНИЕ,  
ВЕНТИЛЯЦИЯ  
И КАНАЛИЗАЦИЯ**

**Специальный раздел:  
ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**  
генеральный информационный спонсор



соорганизатор



**ЕВРАЗИЙСКИЙ**

официальный спонсор



**ГРУППА  
ПОЛИПЛАСТИК**

27-29  
СЕНТЯБРЯ

(495) 229-28-31

www.obbk-expo.ru

## О дефиците тепла

Одной из основных проблем российского теплоснабжения, по единодушному мнению большинства специалистов, является дефицит тепла, поступающего в городские кварталы. А по мнению конечных потребителей — это постоянно растущая стоимость услуги центрального отопления. Если же разобратся, то это две стороны одной медали. Чтобы понять, как решить существующую проблему, нужно понять причины ее возникновения.

### Посчитали — задумались

Есть мнение, что статистика знает все. Поэтому вполне логично было обратиться к ее данным для того, чтобы оценить состояние отечественного теплоснабжения и попытаться понять суть процессов, происходящих сегодня в этой отрасли. Поскольку всех ее субъектов можно разделить на три условные категории — поставщиков и потребителей тепла, а также структуры передающего звена (тепловые сети), то их мы и сделали объектом своего внимания, сосредоточившись на интересующем нас сегменте, а именно, жилом секторе.

Чтобы оценить его состояние, которое во многом определяет объем прямых теплопотерь<sup>1</sup> на стороне потребителя, обратимся к данным Росстата<sup>2</sup>, согласно которым отечественный жилой фонд в период с 1990-го по 2010-й годы вырос на 31% (примерно 751,1 млн м<sup>2</sup> в абсолютном исчислении) за счет нового строительства. За тот же период примерно 4% от общей площади российского жилья, находящегося в аварийном состоянии, было замещено новым<sup>3</sup>. А общая площадь ветхого и аварийного жилого фонда, находящегося в эксплуатации, по отношению к его суммарной площади увеличилась на 1,8%. Таким образом, можно говорить о положительной тенденции, т.к. в целом за прошедшие 20 лет жилой фонд страны обновился примерно на четверть (рис. 1). И это если не принимать в расчет данных по капитальному ремонту: общая площадь отремонтированных с 1992-го по 2010-й годы зданий составила около 159 млн м<sup>2</sup>, т.е. еще более 6,5% российского жилого фонда (по отношению к показателю 1990 г.).

Что касается производства тепловой энергии, то здесь также не наблюдается кризисных явлений. Так, в период с 2000-й по

### Для снижения шума в помещении звукопоглощение само по себе количественно мало влияет на снижение шума

2010-й годы расход топлива на производство одной гигакалории тепла оставался постоянным и держался на уровне примерно 0,17–0,18 т.у.т. При этом годовой объем тепловой энергии, отпущенной потребителям, в среднем по стране сократился за тот же период почти на 14%, а суммарная мощность источников теплоснабжения упала более чем на 11%. И это при том, что их число увеличилось почти на 8%.

Естественно, стоимость производства тепловой энергии год от года растет, и за последнее десятилетие она увеличилась почти в 15 раз (со 132,4 до 649,1 руб./Гкал). Однако, стоимость отопления одного квадратного метра жилья за то же время выросла почти в 15 раз (с 1,37 до 20,65 руб./м<sup>2</sup>)! И, что характерно, разрыв этот постоянно увеличивается (рис. 2).

Возникает естественное желание списать все на транспортное звено, т.е. на потери в теплосетях. Однако на поверку, если верить статистике, они оказываются совсем не столь уж и велики. С 1995-го по 2010-й годы общая протяженность российских тепловых сетей сократилась примерно на 15%, а доля «проблемных» участков по отношению к ней выросла примерно на 22% (рис. 3).

Однако, несмотря на это, рост сетевых потерь в процентах от подачи составил всего 5,2%, а количество аварий в сетях и на источниках только за последние шесть лет сократилось более чем в 2,5 раза (с 34,5 тыс. в 2004-м до 12,9 тыс. в 2009-м годах).

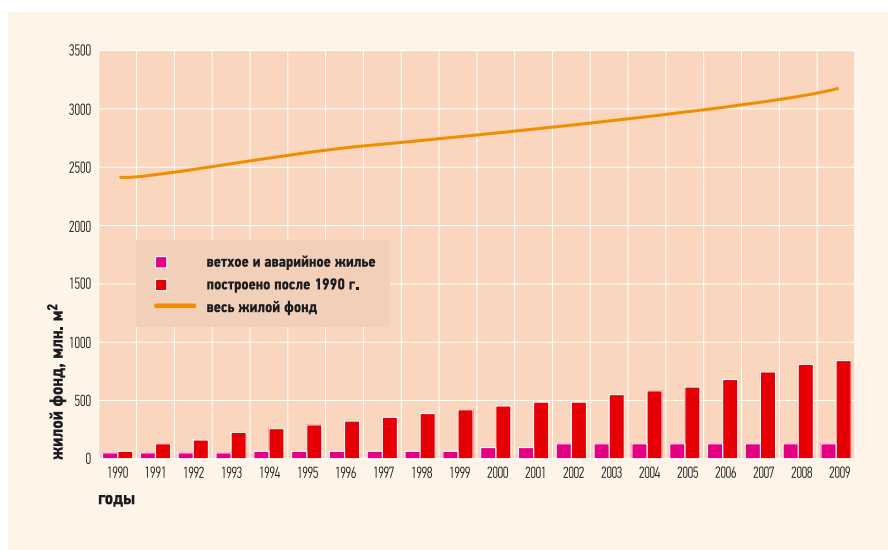
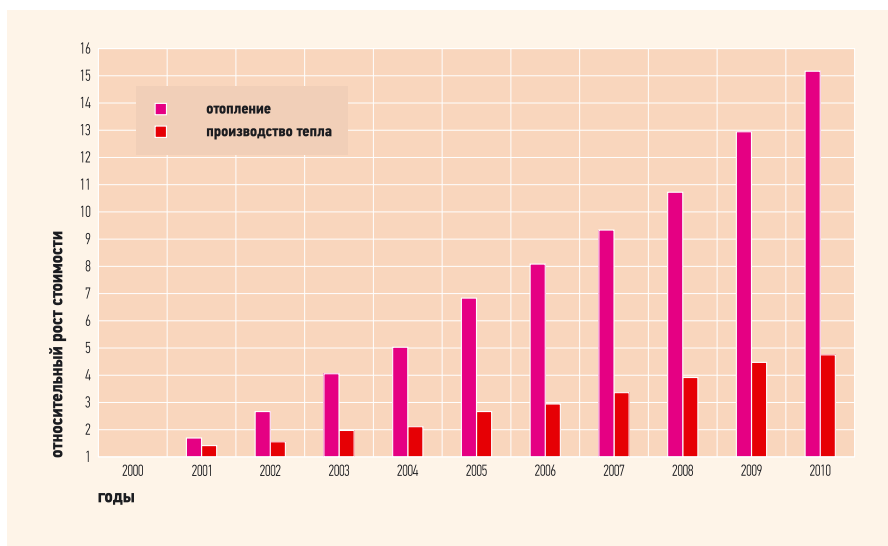


Рис. 1. Жилой фонд РФ в динамике в период с 1990 по 2010 гг.

<sup>1</sup> То есть утечек тепла через ограждающие конструкции зданий, а также потерь, вызванных дефектами и общим износом внутренних коммуникаций. <sup>2</sup> Здесь и далее основным источником информации служат официальные данные Росстата, находящиеся в открытом доступе. <sup>3</sup> При общем приросте жилого сектора в 751,1 млн м<sup>2</sup> объем нового строительства составил 850 млн м<sup>2</sup>.



●● Рис. 2. Рост стоимости производства тепла и стоимости отопления единицы общей площади жилых домов по отношению к базовому уровню (2000 г.)

### Как найти пропажу в своих же карманах

Возникает резонный вопрос: чем же объясняется столь резкий диссонанс в, казалось бы, связанных между собой статистических показателях? «Основная проблема российского теплоснабжения состоит на сегодняшний день не в высокой стоимости производства (здесь скорее даже наоборот), не в потерях тепла на пути от источника к потребителю, и не в состоянии жилого фонда (хотя последние два показателя, по сравнению с уровнем развитых стран, у нас явно не на высоте), — считает Антон Белов, заместитель директора отдела тепловой автоматики компании «Данфосс», крупнейшего мирового производителя энергосберегающего оборудования для систем отопления. — Мы крайне неэффективно распределяем и потребляем тепло, и именно этим объясняется положение в отрасли».

Действительно, как показывает та же статистика, не менее 30% потребляемого россиянами тепла ежегодно идет на отопление улицы через открытые форточки. Чтобы по-

нять, что это за цифра, можно привести простую, хотя, возможно, и не вполне корректную аналогию: это мощность, вчетверо превышающая проектную (!) годовую выработку Саяно-Шушенской ГЭС. Например, по словам директора Челябинских тепловых сетей Сергея Лобанова, этот город ежегодно теряет через форточку около 635 млн руб. И это совсем неудивительно: подсчитано, что в утепленном доме при уличной температуре до  $-4^{\circ}\text{C}$  отопление не требуется вовсе. Но, как известно, топят у нас по календарю, а не по температуре.

Решением проблемы является комплексная модернизация отопительных систем с переходом к регулируемому теплоснабжению на стороне абонентов. «Прежде всего, нужно оптимизировать работу всех элементов домовых систем отопления, — объясняет Антон Белов. — Первый и самый очевидный шаг — установка автоматизированного теплового узла с погодозависимым регулированием. Второй шаг — обеспечение жителям возможности регулировать свое теплоснабжение поквартирно, в противном слу-

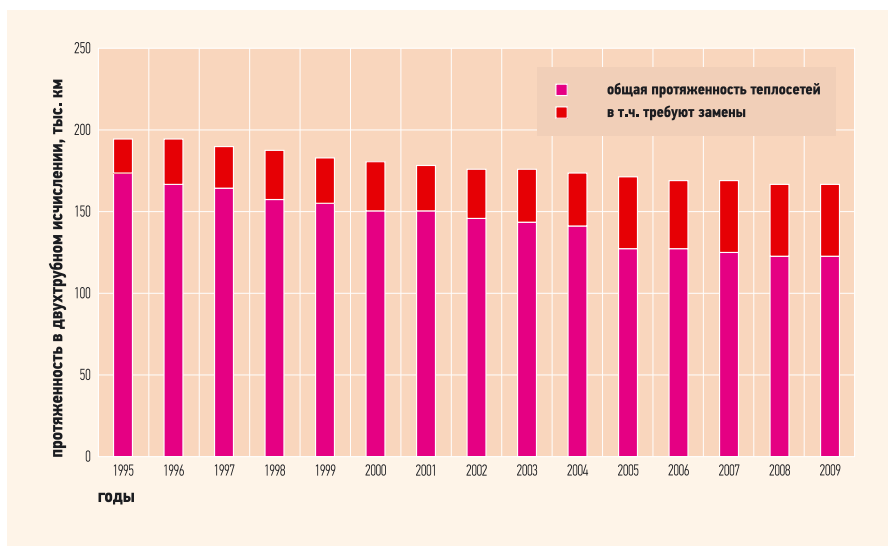
чае автоматика будет эффективна только наполовину. Поэтому на каждом отопительном приборе необходимо установить автоматический радиаторный терморегулятор, а вместе с ним — индивидуальный счетчик-распределитель, который сделает экономию тепла выгодной для конечного потребителя».

Убедиться в том, что это действительно так, совсем несложно. «Утвержденный норматив теплотребления для двух наших домов — 1884 гигакалории в год, — рассказывает Михаил Васенин, заместитель председателя правления «ЖСК-1» (г. Пермь). — По состоянию на 2002-й год мы в этот норматив уже не укладывались, так как потребляли 2079 гигакалорий тепла. Но в результате проведенной модернизации отопительной системы, включая установку в обоих домах автоматизированных тепловых узлов Danfoss с погодозависимым регулированием, а также автоматики в системе горячего водоснабжения, этот показатель за четыре года нам удалось снизить практически вдвое».

### Решением проблемы является комплексная модернизация отопительных систем с переходом к регулируемому теплоснабжению на стороне абонентов

Не стоит забывать и о повышении эффективности распределения тепловой энергии в городских теплосетях. Например, если не оборудовать сетевые насосы на всех ЦТП и котельных приводами с частотным регулированием, то экономия тепла будет заканчиваться на границе домовых отопительных систем. Впрочем, речь не только об отоплении. Так, в 2010-м году специалисты ООО «Свердловская тепловая компания» смогли решить вопрос нехватки мощности для подогрева горячей воды в системах горячего водоснабжения Первоуральска путем простой балансировки температурного режима городских ЦТП с помощью регуляторов температуры прямого действия Danfoss VFG2. Подобных примеров можно привести массу. Как и доказательств того, что повышение эффективности систем теплоснабжения позволяет снять большинство существующих вопросов.

Конечно, потребность в новых тепловых мощностях постепенно увеличивается, как увеличивается и площадь городской застройки. Однако, при разумном подходе к распределению и использованию энергии, это не должно вести к дефициту тепла в краткосрочной перспективе. А тарифы на него не могут расти быстрее, чем цены на основные энергоносители. ●



●● Рис. 3. Динамика состояния российских тепловых сетей



## Коммунальная экономия: от теории к фактам

О том, что нормативы потребления коммунальных услуг сильно завышены, известно уже давно. Например, жители Рязани расходуют холодную воду в два раза меньше норматива. В одном из домов в качестве эксперимента установили прибор учета. Выяснилось, что расход по горячей воде оказался на 30 % ниже норматива, а по холодной — сразу на 50 %.

Согласно статье 13 Федерального закона №261-ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», собственники жилых помещений в многоквартирных домах обязаны установить приборы учета энергоресурсов до 1 января 2012 г. и перейти на оплату по фактическому расходу. Это значит, что с указанного времени платить за все потребляемые ресурсы нужно будет не по нормативам, а по реальному потреблению. В результате людям станет выгодно экономить не только в индивидуальном порядке, но и на уровне всего многоквартирного дома. Можно смело утверждать, что установка счетчиков необходима — но не «абы каких», а только качественных. На рынке сейчас продаются модели от нескольких десятков производителей, сильно отличающихся друг от друга принципом измерения и сроком службы.

Например, после неудачи с электромагнитным теплосчетчиком отечественного производства, который вышел из строя в первую же зиму, жители города Зубцова (Тверская область) отдали предпочтение современному ультразвуковому теплосчетчикам Kamstrup Multical. Получилось выгодно. Например, прибор, установленный в доме №4 по ул. Победы, окупил себя всего за один отопительный сезон: суммарная экономия на платежах за отопление составила в среднем 4510 руб. на квартиру (по сравнению с нормативом), тогда как установка узла учета обошлась каждому собственнику в 2670 руб.

*«В своей практике мы систематически сталкиваемся с ненадежностью продукции ряда отечественных производителей, — сетует Игорь Поляков, инженер-теплотехник ПКП «Девятый трест» (г. Ижевск). — Проработав один-два года, некачественный счетчик выходит из строя и требует замены. Если посчитать суммарную стоимость всех приборов, которые придется сменить за 10–15 лет, то становится очевидной бессмысленность рассуждений об экономии за счет цены оборудования. К сожалению, людям свойственна привычка учиться только на своих ошибках: обычно после первой же поломки клиенты сами просят нас установить качественный теплосчетчик».*

С целью еще большего контроля за потреблением коммунальных услуг используют автоматические системы коммерческого учета потребления энергоресурсов (АСКУПЭ). Такая система способна автоматически, в режиме реального времени, собирать данные со всех приборов учета — как поквартирных, так и общедомовых. Благодаря этому можно в любой момент контролировать расход ресурсов, быстро обнаруживая, например, утечки дорогого теплоносителя в случае резкого увеличения его расхода.

### Современное оборудование экономит деньги не только благодаря низкому уровню потребления, но и снижению эксплуатационных затрат

Перейдя на оплату по фактическому потреблению, люди получают реальный стимул для борьбы с потерями. Чем эффективнее будет их деятельность в этом направлении, тем больше денег они в итоге сэкономят.

К числу, если так можно выразиться, «классических» потерь, которые есть практически в любом доме, относятся протекающие в подвалах трубы. Для борьбы с этим негативным явлением можно использовать возможности специальных устройств — контроллеров, управляющих насосным оборудованием. *«Например, контроллер MPC осуществляет регулирование по принципу создания пропорционального давления (компенсация потерь на трение) в трубах. В отличие от большинства контроллеров, поддерживающих постоянный напор воды, прибор подстраивает его под изменения в системе водоснабжения. Утечки воды, соответственно, уменьшаются»*, — рассказывает Роман Марихейн, руководитель направления «Инженерные системы зданий и сооружений» компании Grundfos, ведущего мирового производителя насосного оборудования.

Следует стремиться и максимально эффективно использовать тепло, поступающее в здание. Причем жильцы должны знать, что реализация части подобных мер возможна



за счет бюджета. Например, в городе Тюмени, в соответствии с реализуемой программой «Энергоэффективный квартал», в подъездах 32 жилых домов установят энергоэффективные окна, имеющие специальные стеклопакеты с высокими теплотехническими характеристиками.

Жители любого региона России могут принять участие и в программе капитального ремонта, финансируемой за счет федерального бюджета, сделав в своей заявке упор именно на энергосберегающие меры. Только они и позволяют уменьшить оплату за коммунальные услуги. Причем очень значительно. Например, в пятиэтажке по ул. Эркай, д. 18 в городе Саранске в качестве эксперимента решили заменить обычные лампочки в подъезде на светодиодные светильники. «Раньше и по 90, и по 100 рублей платили за освещение мест общего пользования. А теперь максимум, что мне приходилось оплачивать, — 12 рублей. В квитанции за прошлый месяц и вовсе только восемь рублей за электроэнергию в подъезде», — отмечает жительница дома Валентина Суло [1].

То есть жильцы уменьшили свои расходы практически в десять раз. И в этом нет никаких чудес, так работают современные технологии. Светодиодный светильник мощностью 10 Вт потребляет в час 0,001 кВт энергии, по уровню освещенности превосходя обычную лампочку «шестидесятку». В то время как последней ежедневно требуется в шесть раз больше энергии.

Эффективнее всего делать все в комплексе — если и заниматься сохранением электроэнергии, то не только устанавливать лампочки, но и использовать датчики движения, навести порядок в электрощитовых. Да и просто чаще мыть в подъезде окна, чтобы они пропускали больше естественного света.

В конечном счете, сэкономленные средства пойдут на благо самих жителей дома. «Благодаря простой замене ламп на энергосберегающие и установке датчиков дви-

## Переход на фактическую оплату — реальная возможность экономить деньги «всем подъездом»

жения расходы на электроэнергию существенно снизились. Более того, уменьшилась потребляемая мощность от сети. Энергосберегающие лампы, кроме экономии средств, положительно сказываются на функционировании энергосистемы дома», — отмечает Ирина Сазонова, председатель московского ЖК «Ядро» [2]. В данном ЖК сэкономленные средства были произведены частичный ремонт в подъезде.

Со стратегической точки зрения еще более правильный шаг — инвестировать сэкономленные средства в модернизацию оборудования и инженерных систем зданий. Именно здесь скрываются самые крупные резервы энергосбережения.

Например, в многоквартирных, как и частных, домах в системах отопления и водоснабжения используются насосы, обеспечивающие циркуляцию жидкости. Они работают практически в непрерывном режиме, потребляя значительное количество электроэнергии.

«От 20 до 30 процентов всего энергопотребления в ЖКХ приходится именно на насосы», — продолжает Роман Марихейн (компания Grundfos). — Очевидно, что здесь есть резервы для экономии. Ведь если оценивать оборудование с точки зрения затратности, свыше 80 процентов стоимости жизненного цикла насоса приходится на электроэнергию. И лишь всего около 10–20 процентов — на инвестиционные затраты (то есть покупку) и обслуживание. Возможности экономии лежат на поверхности: потребности жильцов дома в тепле или воде сильно варьируются в зависимости от времени суток и погоды. Если насос способен адаптироваться к требованиям системы, он может сократить потребление электричества до

50 процентов! В случае системы отопления за счет оптимизации подачи тепла практически исчезают и «перетоны». Очевидно, что это уменьшает и показания общедомовых счетчиков, а значит, снижается и сумма в платежках членов ТСЖ».

Например, в этом убедились жители города Нерюнгри (Республика Саха, Якутия), где после установки на ИТП циркуляционных насосов Grundfos серии Magna с системой автоматической адаптации расход тепла по общедомовым счетчикам снизился в среднем на 20%. Вполне ощутимая экономия в регионе, где отопительный сезон длится больше девяти месяцев!

Современное оборудование экономит деньги не только благодаря низкому уровню потребления, но и снижению эксплуатационных затрат. Одновременно повышается и уровень комфорта для жителей. По ул. Немцова, д. 72 в городе Тюмени решили установить новый водонагреватель в подвале здания. «До ремонта в доме работали водоподогреватели другого типа — трубчатые, — так называемые «калачи». — поясняет Владислав Глухих, инженер по теплоснабжению управляющей компании «Жилищный стандарт». — Из-за этого у жителей дома были проблемы с горячим водоснабжением. Поставили водоподогреватели пластинчатого типа. По размерам они чуть больше автомобильного радиатора, да и внешне на него чем-то похожи. Вода из системы отопления благодаря современной конструкции «кипяльника» гораздо быстрее нагревает холодную воду, в итоге дом меньше теряет тепла. И, самое главное, жители довольны» [3].

Есть и такие революционные решения, которые позволяют не только экономить энергию, но и возвращать ее обратно в сеть здания для использования в других нуждах. Такую идею уже реализовал на практике производитель лифтов — компания ОТИС. Инновация заключается в том, что двигатель начинает работать как генератор при движении грузового лифта вниз или пустой кабины вверх, когда возникают излишки энергии. Техническое устройство ReGen, подключаемое к частотно-регулируемому приводу лифта, заменяет собой тепловые резисторы и обеспечивает возврат энергии потребителю.

Переход на фактическую оплату — это реальная возможность экономить деньги «всем подъездом». Такой подход, как показывает практика, оказывается гораздо эффективнее. И вовсе не нужно ждать 2012 года, когда установка счетчиков станет обязательной. Тот, кто задумывается об энергосбережении раньше, быстрее получит коммунальные счета с «приятными» для семейного бюджета суммами. ●

1. Интернет-ресурс [www.izvmor.ru](http://www.izvmor.ru).
2. Интернет-ресурс [www.magazine-svet.ru](http://www.magazine-svet.ru).
3. Интернет-ресурс <http://tumen.kp.ru>.



# КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ BOILERS AND BURNERS

## IX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ



ufi  
Approved  
Event

При поддержке:



**31 мая -  
3 июня  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ '11**

Организаторы:



тел: +7 (812) 777-04-07, 718-35-37  
gas2@orticon.com, www.farexpo.ru

Генеральный  
информационный партнер:



Стратегический  
информационный партнер:



Место проведения:

Выставочный комплекс **Ленэкспо**

Санкт-Петербург, Большой пр. В.О., 103

BE > THINK > INNOVATE >



Реклама. Товар сертифицирован.

## Здесь есть Грундфос – значит, здесь будет резервная энергия

Выбрать лучшее в своем классе, повысив при этом энергоэффективность объекта, вам поможет насос MAGNA.

MAGNA – это умный насос, который экономит до 70% энергии.

Насос автоматически адаптируется к условиям и выбирает наиболее экономичный режим работы.

Он оснащен функцией компьютерной диспетчеризации и не требует дополнительного обслуживания.

Насос Magna универсален, он применяется в системах отопления и кондиционирования.



### Grundfos. Технология свободы.

Центральные региональные представительства:

**Москва**  
(495) 737-3000

**Екатеринбург**  
(343) 365-9194

**Новосибирск**  
(383) 249-2222

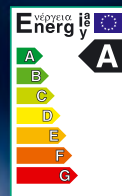
**Минск**  
8 10 (375 17) 233-9765

**Санкт-Петербург**  
(812) 633-3545

**Самара**  
(846) 977-0001

**Ростов-на-Дону**  
(863) 299-4184

Универсальный  
циркуляционный насос  
**Magna**



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

**GRUNDFOS**



КВАРТИРНЫЕ  
СТАНЦИИ  
LOGOTHERM



Модульная  
обвязка  
котельных  
в коттеджном  
сегменте



Модульная  
система  
для котельных  
и индивидуальных  
тепловых пунктов



СИСТЕМЫ  
СОЛНЕЧНОГО  
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ



РАДИАТОРНАЯ  
АРМАТУРА



Емкости ГВС  
и аккумуляторы  
тепла



СИСТЕМА ГИБКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ



РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ  
КОЛЛЕКТОРЫ

# meibes

Техника быстрого монтажа

## БЛОЧНЫЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ  
ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ



### СОСТАВ СИСТЕМЫ:

- Тепловые пункты для коттеджного сегмента от 25 до 50 кВт (независимое подключение отопительного контура с приоритетом ГВС)
- БИТП для многоквартирных домов и промышленных зданий до 1000 кВт (различные варианты подключения контуров отопления, ГВС и вентиляции)

### ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Модульное подключение к сетям централизованного теплоснабжения или локальной котельной
- Быстрый монтаж и простое обслуживание
- Погодозависимая система автоматического управления
- Компактные размеры и рамная конструкция
- Высокая надежность

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ КЛАССА «А»  
В КАЖДОМ ДОМЕ!**

ООО «Майбес РУС»  
Тел./факс: (495) 727-20-26  
moscow@meibes.ru, www.meibes.ru