



Читайте  
в номере:

12 **Наружные**  
водостоки для  
малозэтажных домов



40 **Системы отопления**  
с конденсационными  
котлами



88 **Утилизация**  
теплоты: оценка  
эффективности



104 **Эффективность**  
энергосберегающих  
технологий

№2 февраль 2011



САНТЕХНИКА

ОТОПЛЕНИЕ

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ  
ЖУРНАЛ

# FAR – АРМАТУРА ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ



15 лет  
в России

flow evolution



## бесконечное многообразие выбора\*

\* многообразие регулирующих коллекторов FAR позволяет реализовать различные схемы систем отопления и водоснабжения

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

На правах рекламы.

# Лучшее решение для систем отопления и кондиционирования – Etaline® PumpDrive/ Etaline® Z PumpDrive

Бестселлер KSB благодаря своей исключительной экономичности находит применение в системах отопления и кондиционирования зданий. Насосы Etaline® и Etaline® Z (сдвоенный), оснащенные монтируемым на двигателе частотным преобразователем PumpDrive, превосходно регулируются. Регулируемые величины: разность давлений, уровень, температура, расход. В каждом конкретном случае применения PumpDrive обеспечивает значительное снижение затрат за жизненный цикл за счет экономии электроэнергии до 60%. Более подробную информацию о нашей компании и продукции Вы найдете на сайте [www.ksb.ru](http://www.ksb.ru)

## Конструкция

Моноблочный насос систем отопления в исполнении «в линию» в виде сдвоенного насоса, двигатель со встроенным преобразователем частоты, валы насоса и двигателя жестко соединены.

## Область применения

Системы водяного отопления, контуры охлаждающей воды, системы кондиционирования воздуха, водоснабжение, установки хозяйственного водоснабжения и промышленные системы циркуляции.

## Преимущества

- Встроенная регулировка частоты вращения за счет применения PumpDrive (монтаж на двигателе до 45 кВт)
- Сокращение затрат на установку благодаря монтажу в трубопровод
- Рабочее колесо с оптимальной геометрией для наивысшего КПД

Насосы • Арматура • Системные решения

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)





### [Водонапорные башни и их альтернативы. Расчет объема бака](#)

Потребление водопроводной воды в течение суток отличается крайней неравномерностью. Не то чтобы водоразбор нельзя было спрогнозировать (определенные закономерности присутствуют), но при «рваном» режиме работы насосы быстро придут в негодность, а водоснабжение будет некомфортным из-за задержки подачи воды, связанной с трубопроводами.

16



### [Системы отопления с конденсационными котлами](#)

Технологии, извлекающие энергию, скрытую в земле, воде, солнечном свете или ветре, приобретают все большую популярность. На фоне этого разнообразия конденсационным котлом уже мало кого удивишь. Но все еще есть немало людей, которые не до конца представляют себе механизм функционирования конденсационного котла.

40



### [Технологическая схема энергоэффективной котельной](#)

Одним из важнейших секторов российской экономики является жилищно-коммунальное хозяйство. В сфере ЖКХ самым сложным и энергоемким видом деятельности является производство, распределение и потребление тепловой энергии, направленной на теплоснабжение и горячее водоснабжение населения Российской Федерации.

52



### [Расходомеры для безнапорных трубопроводов](#)

Известно, что такое водосчетчик. Также известно, каких типов водосчетчики бывают и на каких принципах действуют. И давно не является секретом связь показаний водосчетчиков с суммой в счетах за водопотребление. Но обычно в этих счетах есть и другая строчка — водоотведение. Так каким же образом учитывать то, что стекает в канализацию? Как правильно организовать учет сточных вод?

32



### [Эксплуатационные параметры работы кондиционера](#)

При работе кондиционера происходит существенное изменение температурно-влажностного состояния комнатного воздуха, а выходные калориметрические и энергетические параметры работы кондиционера также существенно меняются. На заводе «Элемаш» были проведены экспериментальные исследования по измерению температуры воздуха в помещении при работе кондиционера.

85



### [Утилизация теплоты: оценка эффективности](#)

При объективной оценке эффективности нужно учитывать разные режимы работы утилизатора: «сухой», «мокрый», неуправляемый, управляемый, оттайки и др. В результате возможных ошибок можно получить фактическую эффективность и экономию теплоты, существенно меньшую расчетной, что может не устроить заказчика. Последний же не намерен долго ждать окупаемости этого аппарата.

88

<b>Новости</b>	<b>4</b>
<b>Сантехника</b>	
<a href="#">Наружные водостоки малоэтажных домов</a>	<b>12</b>
<a href="#">Водонапорные башни и их альтернативы. Расчет объема бака</a>	<b>16</b>
<a href="#">Водоподготовка для коттеджных поселков</a>	<b>22</b>
<a href="#">Доочистка сточных вод</a>	<b>26</b>
<a href="#">Конструктивные решения водоотведения</a>	<b>30</b>
<a href="#">Расходомеры для безнапорных трубопроводов</a>	<b>32</b>
<a href="#">Сравнение полимерных труб</a>	<b>36</b>
<a href="#">Оборудование KSB: надежность и экономичность</a>	<b>39</b>
<b>Отопление</b>	
<a href="#">Проектирование систем с конденсационными котлами</a>	<b>40</b>
<a href="#">Расчет системы водяного отопления</a>	<b>44</b>
<a href="#">Testo: пять лет в России</a>	<b>48</b>
<a href="#">Коллекторы FAR. Полный ассортимент</a>	<b>50</b>
<a href="#">Технологическая схема энергоэффективной котельной</a>	<b>52</b>
<a href="#">Подразделение промышленных котлов Ferrol</a>	<b>54</b>
<a href="#">Децентрализованное снабжение сжиженным газом</a>	<b>56</b>
<a href="#">Применение аппаратов ТТАИ</a>	<b>60</b>
<a href="#">Системы солнечного теплоснабжения «Майбес»</a>	<b>64</b>
<a href="#">Солнечные коллекторы с пластиковыми абсорберами</a>	<b>68</b>
<b>Кондиционирование</b>	
<a href="#">Рынок кондиционирования в 2011 году. Исследование</a>	<b>70</b>
<a href="#">Новые возможности Mitsubishi Heavy Industries</a>	<b>76</b>
<a href="#">Расчет продольной схемы вентиляции автодорожных тоннелей</a>	<b>78</b>
<a href="#">Clint. Современная классика</a>	<b>82</b>
<a href="#">Эксплуатационные параметры работы кондиционера</a>	<b>85</b>
<a href="#">Утилизация теплоты: оценка эффективности</a>	<b>88</b>
<a href="#">VRF-система General AirStage V II</a>	<b>94</b>
<a href="#">Исследование микроклимата подземных сооружений</a>	<b>97</b>
<b>Вопрос-ответ</b>	
<a href="#">Вычисление годовых расходов теплоты, холода и влаги</a>	<b>100</b>
<b>Реформа ЖКХ</b>	
<a href="#">Эффективность энергосберегающих технологий в ЖКХ</a>	<b>104</b>
<b>Энергосбережение</b>	
<a href="#">Распределенные системы теплоснабжения</a>	<b>106</b>
<b>Европейский опыт</b>	
<a href="#">Сертификат eu.bac</a>	<b>110</b>

**Компании, упомянутые в номере**

«Биоконд» 76, «Данфосс» 104, «Диамер» 32, РГ «Идеал-Медиа» 70, «Креал» 26, «Майбес» 64, «Национальные водные ресурсы» 22, НИИ «Мосстрой» 12, «Прикладные теплотехнологии» 52, «СТИФ» 30, «Стройполимер» 12, «Тадел» 54, «Теплообмен» 60, «Терморос» 50, «Тэсто Рус» 48, «Южгеотепло» 68, Honeywell 99, United Elements Group 78, Группа компаний «АЯК» 82, 94

**Список рекламодателей номера**

Belimo, Clint, Geberit, General, Grundfos, Danfoss, KSB, Meibes, Mitsubishi Heavy Industries, Samsung, Testo, Tescof, Uronor, Zota, «Атлантис Термогрупп», «Балтийская Газовая Компания», «Благовест», «Виватекс», «Машимпекс», «Тадел», «Терморос», «Прикладные Теплотехнологии»

## Новые шлюзы Intesis для кондиционеров

Компания Intesis, испанский производитель оборудования для межсетевого взаимодействия устройств с различными физическими и логическими сетевыми интерфейсами, начала поставки шлюзов для кондиционеров Daikin, LG, Mitsubishi Electric и Samsung. Для кондиционеров Daikin серии Split и Mitsubishi Electric серий Mr. Slim и M-серии представлены шлюзы DK-AC-ENO-1 и ME-AC-ENO-1, благодаря которым стало возможным подключение систем кондиционирования воздуха в проекты на основе беспроводных сетей EnOcean.



Шлюзы LG-AC-KNX обеспечивают подключение кондиционеров LG (серий Multi V mini, Multi V Plus II, Multi V Sync II, Multi V Space II) и приточно-вытяжных установок Eco-V в сеть KNX, и, в зависимости от модификации, могут поддерживать от 16 до 64 внутренних блоков.

Интегрирование же кондиционеров Samsung (для серий SAC, miniDVM, DVM Plus III/II, DVM Plus III/II HR, FJM и Super FJM) и приточно-вытяжных установок ERV в сеть MODbus или KNX осуществляется с помощью шлюзов SM-AC-MBS и SM-AC-KNX. В зависимости от модификации, шлюзы поддерживают 16, 32, 64 или 128 внутренних блоков.

Шлюзы Intesis позволяют организовать двусторонний обмен данным, мониторинг и контроль функциональных параметров кондиционеров и вентиляционных установок, а также использовать другие устройства в сети в процессе управления кондиционерами, например, температурные датчики, подключенные к сети. Шлюзы имеют небольшие размеры, просты в установке и легко интегрируются в проекты инженерных систем.

## Grundfos

# Переход на электродвигатели высшего класса энергоэффективности



С ноября 2010 г. компания Grundfos, ведущий мировой производитель насосно-оборудования, начала выпуск насосов с электродвигателями класса энергоэффективности IE3. Оборудование с новыми моторами маркируется синей наклейкой с надписью BlueFlux.

Согласно директиве Европейского союза, к 2017 г. все используемые в ЕС электродвигатели, в т.ч. и в насосах, должны соответствовать классу энергоэффективности IE3. Компания Grundfos решила перейти на выпуск насосов высшего класса энергоэффективности уже сейчас. Испытания показали, что агрегаты с обозначением BlueFlux при определенных условиях экономят до 60 % энергии. Технология, применяемая в новых электродвигателях, позволяет максимально уменьшить потери в обмотке статора и пластинах статора и ротора, связанные с вихревыми токами и отставанием фаз. Сведены к минимуму потери при прохождении тока через пазы и контактные кольца ротора, а также потери на трение в подшипниках. Двигатель класса IE3 может комплектоваться частотно-регулируемым приводом. В результате насос работает на предельной скорости не более 5 % времени, что также снижает энергопотребление. По мнению специалистов компании Grundfos, оборудование экономит электроэнергию и быстро окупается. Расходы на электричество составляют около 85 % стоимости срока службы насосной системы. Переход на насосы с BlueFlux сократит эту стоимость вдвое!

Новыми двигателями оснащаются насосы популярных серий CR, NB, TP и NK, применяемые в инженерных системах зданий (водоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования, пожаротушения), на водоканалах и промышленных предприятиях.

Новыми двигателями оснащаются насосы популярных серий CR, NB, TP и NK, применяемые в инженерных системах зданий (водоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования, пожаротушения), на водоканалах и промышленных предприятиях.

Новыми двигателями оснащаются насосы популярных серий CR, NB, TP и NK, применяемые в инженерных системах зданий (водоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования, пожаротушения), на водоканалах и промышленных предприятиях.

## Unitherm Haustechnik GmbH

# Unitherm: подводя итоги 2010

2010-й год для немецкой компании Unitherm Haustechnik GmbH был весьма успешным. По сравнению с кризисным 2009 годом объем продаж оборудования в Россию вырос почти на 40%. Так, по одному из основных направлений — продаже циркуляционных насосов — объем продаж вырос более чем на 36%. Основу роста составили продажи энергосберегающих серий насосов UPC и UPC...В с механическим управлением (75 и 83%, соответственно). Сходные показатели роста на российском рынке наблюдаются по остальному оборудованию, поставляемому компанией.

Расширилась и география продаж. За истекший год существенно увеличилось количество дилеров, предлагающих оборудование Unitherm. Также открыто четыре новых региональных сервисных центра.



Компания Unitherm приняла участие в специализированной выставке SHK '2010 в Москве. Кроме того, компанией было проведено два обучающих семинара для российских дилеров. В 2011 году компания планирует существенно увеличить продажи в Россию энергосберегающих циркуляционных насосов, насосных групп и бойлеров косвенного нагрева.

## Katherm QK с ЕС-технологией



Компания Kampmann (Германия) представила на российском рынке встроенный в пол отопительный конвектор Katherm QK с новым ЕС-вентилятором. Отопительные приборы Katherm QK сочетают в себе экономичность, низкий уровень шума и высокую теплопроизводительность. Полностью готовы к монтажу конвекторы оснащены ЕС-вентилятором, расположенным параллельно теплообменнику, что обеспечивает высокоэффективную принудительную конвекцию воздуха по всей длине прибора. Новый высокоэффективный ЕС-двигатель отличается повышенным КПД, способствуя снижению энергопотребления на 60%! Высокопроизводительные конвекторы оснащены теплообменниками

PowerKon из медных труб с гофрированным алюминиевым оребрением, благодаря небольшому количеству воды достигается хорошая регулировка и быстрый нагрев. Конвекторы рассчитаны на рабочее давление 10 бар при температуре теплоносителя 120 °С. Теплообменник с рабочим давлением 16 бар изготавливается по запросу, возможно также исполнение приборов для влажных помещений. В стандартный комплект поставки входит модуль KaControl для регулирования скорости вращения, осуществляющий пятискоростное регулирование. Новая система управления KaControl представляет новые возможности экономии электроэнергии, комфорта и удобства в обслуживании. При необходимости параметры можно вызвать на месте через панель управления (KaController) и изменить. Группы, состоящие из максимум шести приборов Katherm QK, могут вводиться в эксплуатацию с автоматической адресацией. При использовании дополнительных карт CANbus возможно подключение до 30 приборов. Katherm QK оснащены разъемными коммуникативными интерфейсами для индивидуального управления или для подключения по протоколу LON или BACnet IP.

### Компания «Арктика»

## Новые модели контроллеров Corrigo (Regin)

Компания «Арктика» начала поставки новых моделей контроллеров Corrigo E152D-S, E152-S, E282D-S и E282-S. Основной особенностью этих контроллеров является наличие двух портов RS-485. Это позволяет, используя контроллер в качестве Master устройства, подключать к нему один или два контроллера Corrigo в качестве модулей расширения, выполняющих функцию slave-устройства в системе. Такое решение дает возможность увеличения количества входов-выходов для тех случаев, когда необходимо подключить большее количество датчиков или исполнительных механизмов. Конфигурирование и настройка кон-



троллеров осуществляется быстро и просто, требуется лишь назначить адреса slave-устройствам и указать их модели. После этой несложной процедуры в меню master-контроллера появляются дополнительные входы и выходы, которые можно свободно конфигурировать.

## Город Тюмень экономит около 15 млн рублей

В 2011 г. завершится реализация первого этапа программы «Энергоэффективный квартал» в г. Тюмени. В рамках проекта модернизируется 48 зданий жилого и муниципального назначения. По прогнозам специалистов «Данфосс» (поставщик энергосберегающего оборудования для систем теплоснабжения), экономия на тепловой энергии по итогам текущего отопительного сезона на данных объектах может достичь 30 %, а это ориентировочно 15 млн руб. Данного результата можно ожидать при завершении всего комплекса намеченных мероприятий по модернизации инженерных систем зданий.

В рамках первого этапа программы в зданиях реконструируются системы ГВС и ХВС, проводится модернизация систем отопления (монтируются узлы учета и регулирования потребления тепла, в т.ч. производства Danfoss), устанавливаются общедомовые счетчики учета тепловой энергии, а также проводятся работы по утеплению окон и фасадов некоторых зданий. «Данные меры позволят значительно снизить фактическое потребление тепла. В общей сложности можно сэкономить 30 тысяч гигакалорий в год! После того как затраты на оборудование окупятся (а на это уйдет от трех до пяти лет), эти деньги будут экономить сами жильцы!», — рассказывает о проекте Дмитрий Куртеков, региональный представитель ООО «Данфосс» в г. Тюмени.

На втором и третьем этапах программы «Энергоэффективный квартал» в Тюмени планируется установить приборы индивидуального регулирования и учета тепловой энергии (радиаторные терморегуляторы и индивидуальные счетчики-распределители Danfoss), которые в комплексе позволяют каждому собственнику создавать комфортную температуру в помещении и платить за фактически потребленное тепло. Окончание всех работ намечено на 2012 г.

Testo AG

## Тепловизор testo 876

Компания «Тэсто Рус» представляет новинку осени 2010 г. — тепловизор testo 876. Являясь полноправным продолжателем линейки функциональных тепловизионных приборов компании, testo 876 представляет собой абсолютно новое техническое решение.



Тепловизор testo 876 выполнен в дизайне «видеокамеры» и отличается наличием большого поворотного дисплея, который можно развернуть под наиболее удобным углом зрения при проведении измерений, получая при этом обзор самых труднодоступных участков. Благодаря сменной оптике, testo 876 предоставляет больше возможностей обзора и больше гибкости при проведении термографического обследования.

Высокое температурное разрешение прибора позволяет детально визуализировать плохую теплоизоляцию, повреждения здания, тепловые мостики, состояние обшивки здания. В инженерных сетях тепловизор может быть использован для выявления утечек в системах напольного отопления и др. труднодоступных трубопроводах. Эффективен он также для обнаружения неисправностей, и для превентивной диагностики состояния машин, электротехники и электросетей.



LG Electronics

## Тепловой насос LG назван лучшим

Технология V2 Injection компании LG Electronics была отмечена наградой в категории систем обогрева за разработку теплового насоса типа «воздух-вода» (Air-to-Water Heat Pump). Эти награды ежегодно присуждаются самым инновационным продуктам в сфере систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и холодильного оборудования. Награждение состоялось в рамках международной выставки AHR Expo в Лас-Вегасе.

Тепловые насосы «воздух-вода» производства компании LG, использующие технологию V2 Injection, отличаются наиболее высокой в своем классе энергоэффективностью, обеспечивая при этом высокую и стабильную теплопроизводительность. В них, вместо традиционных однороторных компрессоров, применяются двухротор-



ные компрессоры в совокупности с системой разделения фаз хладагента на жидкую и газовую. Применение данной технологии (V2 Injection) значительно увеличивает производительность и энергетическую эффективность теплового насоса. Это означает, что тепловой насос обеспечивает 100%-ю теплопроизводительность при температурах до  $-15^{\circ}\text{C}$  без подключения системы дополнительного подогрева. Применение технологии V2 Injection позволяет увеличить рабочий диапазон данных систем вплоть до  $-25^{\circ}\text{C}$ .

Mitsubishi Heavy Industries

## Проект в Санкт-Петербурге

В канун Нового года завершена реконструкция исторического объекта в Санкт-Петербурге. Пятиэтажное здание №26 на Невском проспекте — памятник архитектуры, являющийся объектом Комитета по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры администрации Санкт-Петербурга, и находящийся в историческом центре города, напротив знаменитого Казанского собора. Общая площадь строения в форме буквы «П», — 10 тыс. м<sup>2</sup>.

Поскольку объект является памятником архитектуры, любые переделки и реконструкции категорически запрещены. Помимо этого условия к климатической технике предъявлялся целый ряд жестких требований. Так, в частности, система должна функционировать круглогодично, обслуживая сравнительно крупные помещения с единовременным пребыванием до 30 человек. Для реализации проекта была предложена система кондиционирования Mitsubishi Heavy Industries на базе системы КХ-6, состоящая из четырех модулей. Канальные кондиционеры обеспечивают 30% подмес свежего воздуха, что соответствует нормам воздухообмена по СНиП.

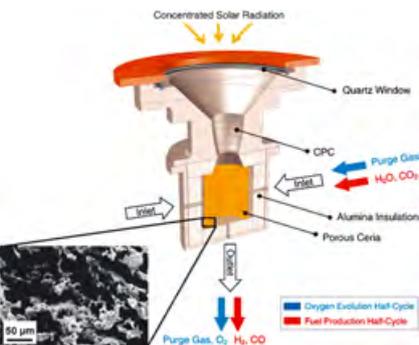
Согласно техрешению для VIP-зоны на третьем этаже в эксплуатацию введена трехтрубная система, способная работать на тепло и холод одновременно. Остальные три системы были распределены в центральной части здания, а также в левом и правом крыльях. Это позволило уменьшить количество наружных блоков и уменьшить стоимость проекта. В мансарде установили обычную настенную мультисплит-систему с настенными кондиционерами Mitsubishi Heavy Industries. Это три наружных блока и 12 внутренних. Оборудование Mitsubishi Heavy Industries отличается повышенными показателями энергоэффективности. Потребляемая мощность всей системы всего 150 кВт при максимальной нагрузке, что говорит о том, что кондиционеры МНН относятся к классу «А» энергопотребления. Проектные работы провела компания «Гарда Проект».



## Альтернативная энергетика

# Солнечная машина для получения топлива

Международная группа ученых построила и испытала прототип удивительного аппарата, способного без промежуточных этапов обращать энергию Солнца в горючее. Для питания машине нужны всего лишь свет, углекислый газ и вода. В основе устройства лежит небольшой цилиндр из пористого диоксида церия, окруженный мощной теплоизоляцией. С торца этой своеобразной «камеры» устроено небольшое отверстие, прикрытое жаростойким стеклом, через которое на стенки цилиндра направляется концентрированный солнечный свет.



В результате нагрева диоксида церия до 1420–1640 °С он освобождается от кислорода, который уходит из камеры вместе с «промывочным» газом. Это первая фаза полного цикла. Во второй фазе нагрев прекращается, а к остывающему церию подаются углекислый газ и вода. Церий отнимает у них кислород, производя монооксид углерода и водород. Последний может использоваться в чистом виде как горючее для топливных элементов. Кроме того, смесь H<sub>2</sub> и CO (т.н. «синтез-газ») сама является топливом, а еще — сырьем для синтеза различных жидких углеводородов. Авторы этого устройства — ученые из Калифорнийского технологического института (Caltech), федерального технологического института в Цюрихе (ETH Zürich) и института Пауля Шеррера (Paul Scherrer Institute) — провели более 500 циклов рабочего процесса, показав, что система генерирует стабильный поток горючего.

Правда, КПД всего процесса (соотношение энергии, упакованной в горючее, и энергии солнечных лучей) составил всего 0,7–0,8%. Но авторы «солнечного реактора» уверены, что ограничение носит не фундаментальный, а чисто конструктивный характер. Если уменьшить потери тепла через стенки (нарастив изоляцию), а еще сократить размер входного отверстия (для снижения доли лучей, уходящих обратно), КПД устройства можно поднять до 16–19%, утверждает швейцарско-американская команда.

## Wilo

# Кадровые перестановки в верхушке

С первого февраля произошли изменения в правлении немецкого производителя насосного оборудования Wilo. За маркетинг и сбыт продукции отвечает теперь 44-летний француз Эрик Лашамбр (Eric Lachambre), до этого уже два года весьма успешно трудившийся на посту старшего вице-президента по дистрибуции. Новый член правления имеет инженерное образование и прошел обучение по программе MBA в школе HEC (Ecole des Hautes Etudes Commerciales), Париж.

Свою карьеру в области сбыта и маркетинга француз начинал в электротехнической компании Schneider Electric, затем перешел к производителю строительного инструмента Hilti. По роду деятельности он нередко посещал различные страны, в т.ч. Канаду, Китай, Австрию, Италию, Бельгию, Голландию, Люксембург.

В настоящий момент, помимо Эрика Лашамбра, членами правления Wilo являются также дипломированный экономист Оливер Хермес (Dipl.-Oec. Oliver Hermes), председатель и ответственный за финансы, контроль и персонал, а также доктор технических наук Хольгер Красманн (Dr.-Ing. Holger Krasmann), занимающийся производством и техническими проблемами.



# 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!

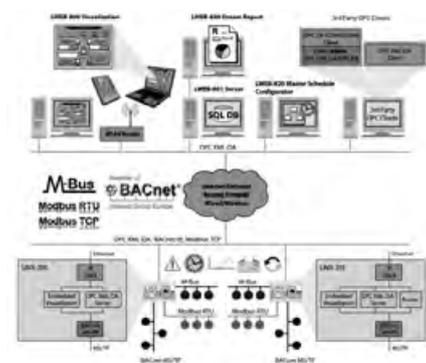
Эксклюзивный представитель в России:  
Сервоприводы БЕЛИМО Россия

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

Loytec

## LINX-121 – продукт 2010 года

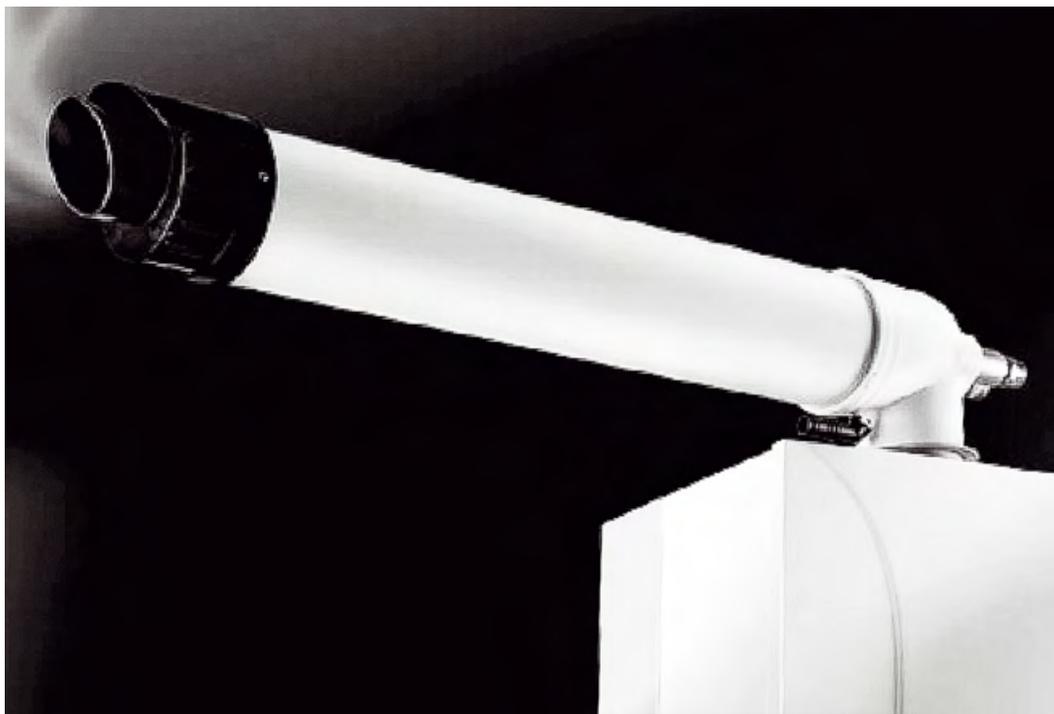
В этом году престижную международную премию LonMark International Awards в номинации «Лучший продукт сетевой инфраструктуры 2010 года» получила австрийская компания Loytec и ее свободно программируемые контроллеры LINX-121.



Президент компании Ханс-Йорг Швайнциер с гордостью сообщил, что был счастлив получить награду в этом международном соревновании.

*«Энергоэффективность является вопросом будущего, и это именно то, куда устремлены наши высокотехнологичные свободно программируемый контроллеры LINX-121. Мы сделали акцент не только на привычном сочетании вентиляция-отопление-кондиционирование, но и добавили другие функции по диспетчеризации, как управление освещением, жалюзи и контроль доступа, что позволило добиться синергетического эффекта, сэкономить энергию, снизить расходы на электроэнергию — как раз то, на что в конечном итоге направлены контроллеры LINX. Инвестиции в автоматизации окупаются в среднем через три года», —* сказал г-н Швайнциер.

Стоит отметить, что награждение компании Loytec становится уже традицией, ведь в прошлом году лучшим продуктом года были признаны графические панели LVIS-3E115 и такая закономерность еще раз подтверждает репутацию компании Loytec как ведущего мирового производителя в области приборов и систем автоматизации.



«Русклимат Термо»

## Новинка от Royal Thermo

В первой половине февраля 2011 г. компания «Русклимат Термо» открывает продажи профессиональных итальянских дымоходов торговой марки Royal Thermo, ассортимент которых включает все необходимые элементы для организации надежной системы воздухозабора и дымоудаления от настенных газовых котлов с закрытой камерой сгорания. Профессиональные системы дымоудаления — достаточно новый продукт, однако, спрос на него неизменно растет в силу необходимости обновления систем индивидуального отопления на таких объектах, как загородные дома и дачи. А этот процесс чаще всего сопряжен не только с первичной установкой или заменой котла, но и с обустройством нового, современного и надежного дымохода.

Первое и наиболее яркое отличие дымоходов Royal Thermo от представленных на рынке моделей — стопроцентная адаптация к суровым российским условиям эксплуатации. Дымоходы оснащены антиобледенительным оголовком, позволяющим предотвратить аварийную остановку котла зимой вследствие обледенения части воздухозабора. А специальный материал, из которого изготовлен внешний воздуховод, имеет минимальную теплопроводимость, что исключает образование конденсата на внешней поверхности внутри помещения.

Дымоходы Royal Thermo оснащены двухлепестковыми силиконовыми уплотнителями с рабочим диапазоном температур  $-50...+180\text{ }^{\circ}\text{C}$  и специальным полимерным покрытием, которое обеспечивает надежную защиту не только от воздействия влаги, но и агрессивного конденсата. Дополнительную защиту от коррозии гарантирует высококачественный сплав легированного алюминия, из которого изготовлены основные компоненты дымохода. Благодаря внедрению собственных разработок, высококачественных материалов и новейшего профессионального оборудования на производстве разработчикам удалось минимизировать аэродинамическое сопротивление элементов системы дымоудаления, добившись тем самым небывалого комфорта эксплуатации.

Современные и надежные технические решения, использованные в разработке и производстве систем дымоудаления Royal Thermo защищены мировыми патентами. Производство сертифицировано по системам качества ISO 9002:1994 и ISO 9001:2000. Производимая номенклатура элементов для систем дымоудаления составляет более 5000 наименований. Следует особо отметить, что все элементы систем дымоудаления Royal Thermo могут применяться с котлами большинства производителей, представляющих котельные установки на российском рынке.

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

Soler & Palau

## Приточно-вытяжные установки с рекуперацией тепла

Ассортимент компании Soler & Palau дополнили моноблочные установки с роторным рекуператором. Вентиляционные установки выпускаются в пяти типоразмерах, с горизонтальным или вертикальным подключением воздуховодов и максимальным расходом воздуха 5000 м<sup>3</sup>/ч.

В состав установки входят: приточный и вытяжной вентиляторы, фильтр приточного воздуха (F7), фильтр вытяжного воздуха (G4), роторный рекуператор и система автоматики. Установки RADT доступны с электрическим или водяным воздухонагревателем. Корпус вентиляционного агрегата изготавливается из оцинкованной листовой стали с теплозвукоизоляцией толщиной 40 мм, снаружи корпус окрашен белой краской.

Все внутренние подключения выполнены на заводе, на месте монтажа остается подключить электропитание и выносной пульт управления. Система автоматики позволяет регулировать скорость вращения вентиляторов, отслеживать температуры наружного, приточного и вытяжного воздуха, состояние загрязненности фильтров. Выносной пульт управления, с интуитивно понятным интерфейсом, позволяет задавать и отслеживать всевозможные рабочие параметры. По отдельному заказу возможно изготовление установок RADT с функцией поддержания в вентиляционной системе постоянного расхода воздуха или постоянного давления.

Villeroy & Boch

## Приз iF product design award

Концепция Rich History, разработанная производителем сантехнической аппаратуры и мебели Villeroy & Boch, получила приз iF product design award 2011, заняв первое место в категории «Public Design/Interior Design» (общедоступный дизайн/дизайн интерьеров). Кафельная плитка для пола и стен, изготовленная из высококачественных материалов (фаянс и каменная керамика) и создающая гармоничный дизайн помещения, была выбрана из 993 претендентов. Она совмещает в себе традиции и инновации, дизайнерские решения включают в себя исторические орнаменты и одновременно яркие современные акценты. Декоративные элементы с серебряными, бронзовыми и золотыми рисунками, бордюры, уголки и объемные украшения дополняют цельность картины и позволяют придать помещению эстетически законченный вид. Популярностью пользуется также глазурованная керамическая плитка для пола темно-коричневого или антрацитового цвета.

Kampmann

## KaController от «Кампманн»

Компания Kampmann (Германия) представила на российском рынке новый пульт управления KaController. С большим дисплеем и кнопкой настройки KaController, а также в варианте с боковыми функциональными клавишами обеспечивается максимальный комфорт при эксплуатации. Заложенный в основу принцип «Так мало как возможно, так много как необходимо» позволяет пользователю интуитивно разобраться с возможностями управления. KaController следует первоначальным потребностям пользователя помещения в вентиляции или кондиционировании следующим образом: «Мне тепло» – «Мне холодно», «Душно» или «Прибор работает слишком шумно». Основные функции всегда однотипно программируются через KaController и легки в управлении. Приборы Katherm, Venkon, оснащаемые этой автоматикой, могут подключаться к системам управления зданий по протоколу LON или BACnet IP.



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

На правах рекламы.

S&P



Soler&Palau  
Ventilation Group

представляет

**Энергоэффективные  
вентустановки  
с рекуперацией тепла  
RADT**

- & 5 типоразмеров;
- & производительность от 1000 м<sup>3</sup>/ч до 5000 м<sup>3</sup>/ч;
- & роторный рекуператор (эффективность до 86%);
- & теплозвукоизоляция толщиной 40 мм;
- & горизонтальная или вертикальная конфигурация;
- & электрический или водяной воздухонагреватель;
- & встроенная система управления;
- & полностью готов к работе.

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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

**БЛАГОВЕСТ**  
вентиляция и кондиционирование

Москва: (495) 645-82-88, 645-82-89;  
Санкт-Петербург: (812) 227-42-79, 329-93-93;  
Нижний Новгород: (831) 278-49-27, 421-52-37;  
Новосибирск: (383) 224-19-38, 224-83-47;  
Казань: (843) 236-87-31, 527-66-28;  
Воронеж: (4732) 39-64-33;  
Оренбург: (3532) 99-59-25;  
Астрахань: (8512) 30-86-67, 30-73-74;  
Белгород: (4722) 40-00-65, 40-00-64;  
Волгоград: (905) 062-69-69;

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



## Крупнейший в мире волновой генератор Oyster

В Европейском исследовательском центре морской энергии (European Marine Energy Centre) продолжается работа над совершенствованием экзотического по конструкции аппарата, вырабатывающего энергию из морских волн. Создатель этой машины — эдинбургская компания Aquamarine Power (Шотландия).

Волновой электрогенератор под названием Oyster («Устрица») — самый крупный агрегат такого рода в мире, он сравним в высоту с многоэтажным домом. По масштабу с ним, да и то примерно, могут потягаться разве что длинные «змеи» первой в мире коммерческой волновой электростанции в Португалии и просто титанические буи крупнейшей волновой электростанции на планете, все еще строящейся у побережья Корнуолла.

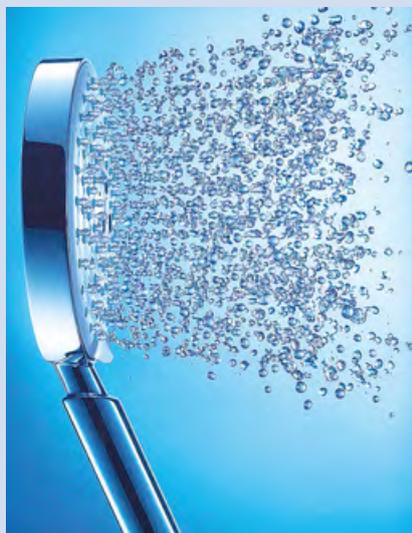
Ключевыми особенностями проекта является установка большого качающегося поплавка-насоса сравнительно недалеко от берега, на глубине порядка 10–16 м, а также вынос всей электрической части системы на берег — с насосом на дне моря турбины береговой электростанции связывают гидравлические магистрали. Аппарат уже давно водружен на морское дно и включен в потребительскую электросеть — он питает энергией несколько сот домов на острове.

Компания Aquamarine Power считает пробу Oyster лишь первым шагом. Она мечтает о развертывании парка из 20 таких агрегатов, которые вырабатывали бы энергию приблизительно для 9000 небольших частных домиков. В этом компанию Aquamarine Power поддерживает и шотландское правительство, недавно выделившее примерно \$ 1,66 млн на разработку улучшенного проекта Oyster 2.

## Hansgrohe

### Премия Axia Award за инновации

Известный немецкий производитель Hansgrohe AG во вторник 18 января 2011 г. был удостоен престижной международной премии компании «Делойт» (Deloitte) Axia Award 2010 в категории «Структурные инновации — фактор успеха в малом и среднем бизнесе» (Innovationskultur — Erfolgsfaktor im Mittelstand). Этим призом международная организация по аудиту и консалтингу «Делойт» отметила неослабевающие усилия немецкого производителя сантехнической арматуры по продвижению на рынке своих услуг с использованием инновационных подходов.



Проводимые Hansgrohe мероприятия по внедрению современной организационной структуры были отмечены оргкомитетом конкурса: «Все инновационные процессы отличаются продуманной структурой и систематичностью, поддерживаются и стимулируются как руководящим составом, так и рядовыми сотрудниками. Сотрудничество с такими звездами мирового дизайна как Филипп Старк, Феникс Дизайн, Патриция Уркиола или братья Буруллеки автоматически выводит предприятие в первые ряды инноваторов, современные продукты и концепции использования заменяют устоявшиеся стереотипы, привнося свежесть струю. Дополнительно для стимулирования работников существует возможность обучения и работы в известных мастерских, не входящих в структуру завода, веяния современности вовлекают в процесс инновации даже клиентов. За последние

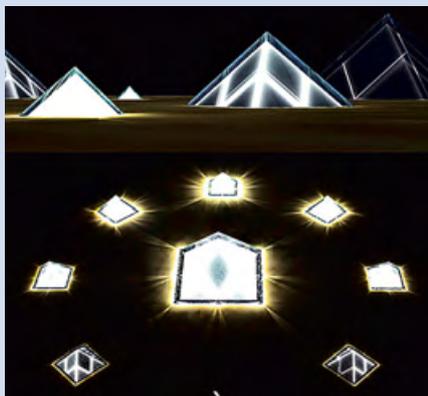
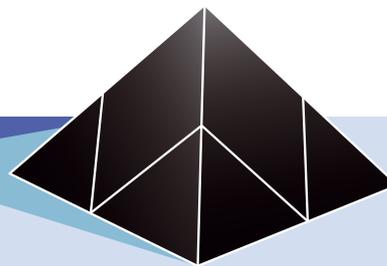
пять лет было подано около 1400 заявок на защиту авторских прав и завоевано более 150 призов. Это показывает, что уже долгие годы Hansgrohe является законодателем мод, лидером в своей отрасли».

Зигфрид Генслен, председатель Совета директоров Hansgrohe AG, и его заместитель Рихард Гроз, присутствовавшие на церемонии вручения наград, не скрывали своей радости: «Hansgrohe извлекает выгоду из своей разросшейся современной структуры, стимулирующей дальнейшее развитие. Наше предприятие отмечает в этом году 110-летний юбилей. Все это время мы стараемся создавать уникальные продукты, объединяющие технологичность и дизайнерские идеи. При этом нередко декоративный замысел побуждает к поиску интересных инженерных решений. И, наоборот, разработка новых конструкций открывает художникам широчайший простор для деятельности».

Одним из основных показателей, фиксирующих исключительные успехи компании на инновационном поприще, является тот факт, что треть всего оборота Hansgrohe AG приходится на новинки. Всего Deloitte проинспектировал более 30 предприятий, претендующих на звание лидера инноваций в малом и среднем бизнесе Баден-Вюртемберга. Руководители компаний-участников должны были заполнить обширный опросный лист и лично ответить на вопросы о развитии своей фирмы. На основании полученной информации компетентное жюри под руководством Клауса М. Букенбергера (Klaus M. Bubenberger), главы департамента консалтинга в области корпоративного управления, выбрало победителя.

В отборочную комиссию входили также профессор Дирк Хахмайстер (Prof. Dr. Dirk Hachmeister) из университета Хозэнхайм (Universität Hohenheim), Вольфганг Юнг (Wolfgang Jung) из банка Südwestbank и Клаус Шмальцхольц (Claus Schmalzholz) из финансово-политической газеты Financial Times Deutschland, а также Кристиан Химмельсбах (Christian Himmelsbach) и Томас Трауб (Thomas Traub) из «Делойт». Кроме Hansgrohe AG, премии за инновации получили еще три предприятия из Баден-Вюртемберга.

## Черные пирамиды обещают Эмиратам чистую энергию

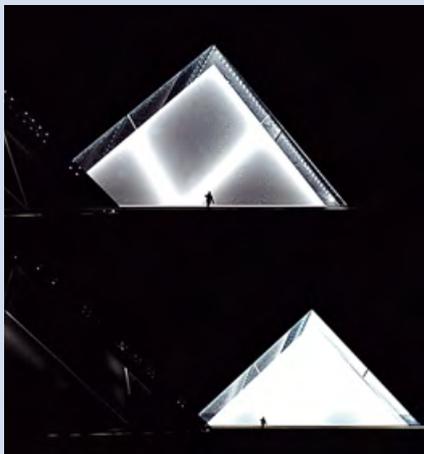


Американские специалисты предложили ОАЭ построить в песках титанические скульптуры, которые смогут вырабатывать ток для питания сотен домов. Если проект утвердят, он станет одним из редчайших примеров скрещивания арт-объекта с электростанцией почти промышленного масштаба. Еще в январе 2010 г. организация Land Art Generator Initiative (LAGI) из ОАЭ объявила конкурс на лучший «генерирующий энергию публич-арт», а 19 января 2011 г. в Абу-Даби на Всемирном энергетическом саммите (World Future Energy Summit) были объявлены победители, выбранные международным профессиональным жюри. Первое место занял проект «Лунный локоть» (Lunar Cubit), разработанный коллективом из США: инженером Робертом Флоттемешом, художником Йеном Денайком, ландшафтным дизайнером Джоанной Баллхаус и экономистом Адрианом Де Люка. Они придумали набор из пирамид, выполненных в пропорциях пирамиды Хеопса.

Центральная пирамида видится своим творцам высотой в 49,8 м при стороне основания в 78,3 м. Ее окружают восемь

сестер, возвышающихся на 22 м (сторона основания — 34,6 м). Все девять пирамид должны быть почти черными. Этот цвет им придадут миллиарды солнечных батарей, покрывающих все грани. «Блеск панелей должен напоминать отполированный темный оникс», — мечтают создатели «Лунного локтя».

Дизайнеры полагают, что для их пирамид подойдут солнечные батареи из аморфного кремния. Во-первых, такие панели неплохо работают в жару, а во-вторых — способны вырабатывать энное количество тока даже от рассеянного света. Суммарная выработка рассчитана с учетом того, что только часть преобразователей окажется смотрящей на юг, а остальные будут ориентированы на запад, восток и север. Слово «локоть» (cubit) в названии проекта подразумевает царский египетский (примерно 0,52 м). Еще локоть — это первая зафиксированная в письменности единица длины, как поясняют разработчики черных пирамид выбор их наименования.



В благоприятных условиях комплекс сможет генерировать до 1,74 МВт: максимум 691 кВт от старшей пирамиды и по 131 кВт от младших. Этого количества энергии в среднем должно хватать для питания 250 домов круглогодично, даже с учетом прекращения выработки тока ночью. На производстве электричества, впрочем, функции предлагаемого сооружения не заканчиваются. По замыслу дизайнеров, весь набор представляет собой огромные часы, показывающие лунные фазы (важные, например, для исламского календаря).

Свет создают полосы из тысяч белых светодиодов, уложенных в зазорах между солнечными панелями. Последние должны быть составлены почти стык в стык, так что для невооруженного глаза стенки пирамид будут представляться монолитными, как стены современных «зеркальных» небоскребов. Яркость светильников каждый вечер будет возрастать плавно, по мере прихода темноты. Причем максимальное свечение пирамид будет обратно пропорционально текущей яркости Луны: в полнолуние пирамиды останутся черными всю ночь, а в новолуние — засияют «на все сто». В промежуточных фазах грани сооружений продемонстрируют геометрический рисунок из ряда диагональных полос.

Все экологические инсталляции должны были быть вписаны в одну из трех точек (одну в Дубаи и две в Абу-Даби). Для пирамид дизайнеры наметили позицию у дороги, ведущей в международный аэропорт Абу-Даби. Комплекс пирамид должен быть прекрасно виден с прилетающих самолетов и из подъезжающих к городу автомобилей.

### СИСТЕМЫ БЫСТРОГО МОНТАЖА **LOVATO**

коллекторы  
насосные группы  
гидравлические стрелки

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

ВИВОТЭКС®  
VIVATÉX



Реклама

### Производство и продажа нержавеющей дымоходов

**Rosinox**  
www.rosinox-flue.ru

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



Реклама

## Наружные водостоки малоэтажных домов

Ситуация в строительном комплексе, складывающаяся в последнее время в России, сложная, но далеко не столь критическая, как ее зачастую представляют [1]. Всего за первый квартал 2009 г. доля «индивидуалов» в строительстве жилья увеличилась с обычных для России 40% до 52%. В Южном федеральном округе этот показатель еще выше — 73%.

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



www.freewallpaper.com

Одной из основных причин роста показателей является применение в малоэтажном строительстве современных технологий, позволяющих резко сократить сроки и себестоимость строительства, а также впоследствии существенно экономить на эксплуатации зданий. Российские власти также делают ставку на доступную цену [1]: так, премьер-министр РФ Владимир Путин заявил, что не менее 40% россиян в скором времени должны получить возможность купить качественное жилье эконом-класса стоимостью 30 тыс. руб. за квадратный метр (в эту сумму входят перегородки и инженерные коммуникации).

К сожалению, неясно, будут ли входить в эту сумму наружные водостоки, с помощью которых своевременно собираются и отводятся дождевые и талые воды от домов в заранее установленные для этого места. Ведь в Российской Федерации до сих пор нет норматива на проектирование, монтаж, эксплуатацию, ремонт и утилизацию наружных водостоков малоэтажных домов.

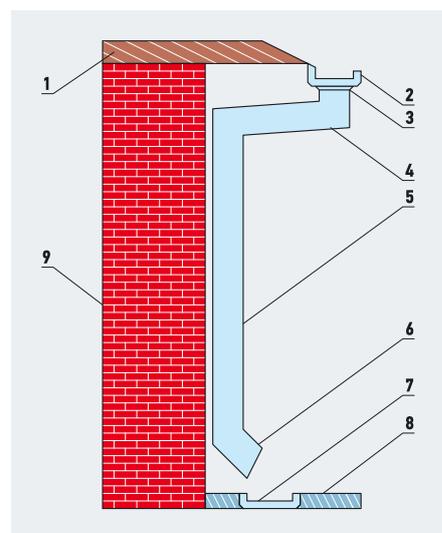
На наружные водостоки (рис. 1) приходится, как правило, небольшой процент от общей стоимости при строительстве малоэтажного дома. Однако, при отсутствии или неправильном их устройстве эксплуатационные затраты могут возрасти на многие десятки процентов — дополнительные расходы пойдут на всевозможные ремонты дома. Ведь наличие на малоэтажных домах наружных водостоков в значительной мере способно предотвратить негативные воздействия на кровлю, стены, цоколи и фундаменты зданий атмосферных осадков (дождя, снега и образующего при замораживании влаги льда). Функционировать качественно наружные водостоки способны только при соблюдении ряда условий [2].

Собирать и отводить дождевую и талую воду с помощью наружных водостоков следует только от домов со скатными (с уклоном  $\geq 150\text{‰}$ ) кровлями. Водосточные желоба должны располагаться вдоль нижних частей крыш домов с продольным уклоном не менее 20‰. Водосточные воронки должны располагаться у карнизных свесов на расстоянии 12–20 м друг от друга. Водосточные трубы-стояки должны быть размещены на внешних

стенах домов отвесно и прочно закреплены. Водосточные стояки наружных водостоков должны завершаться закрепленными прочно на стенке дома водосточными отводами-сливами.

Талые и дождевые воды должны сбрасываться в строго отведенные места — на поверхность земли (в лоток, непосредственно на отмостку) рядом с домом либо в дренажный колодец или в ливневую канализацию (в течение всех сезонов года). Дождевые воды в летний период должны собираться в большие емкости с целью использования в дальнейшем для капельного либо простого полива огородных и садовых растений — такое использование дождевой воды позволит экономить 5–10% электроэнергии от затрачиваемой при обычном поливе из сетей централизованного водоснабжения.

При неправильном креплении водосточные детали могут деформироваться под действием механических ударов, нагрузок от ветра, к тому же вполне возможен срыв с креплений водосточных желобов при сходе с крыши значительных объемов снега и льда [2], образующегося при подтаивании снега.



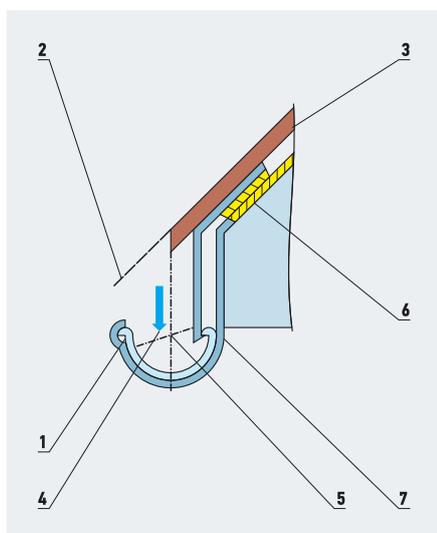
**Рис. 1.** Наружный водосток малоэтажного дома (1 — кровля дома; 2 — водосточный желоб; 3 — водосточная воронка; 4 — отступ; 5 — водосточный стояк; 6 — водосточный отвод-слив; 7 — водоотводящий лоток; 8 — отмостка; 9 — стена дома)

Во избежание этого желоба следует располагать таким образом, чтобы их середина находилась на вертикали прямой под краем карнизного слива (вся вода будет стекать в желоб), а наружные края не оказались бы выше плоскости, являющейся как бы продолжением поверхности ската кровли (рис. 2).

По форме в зависимости от дизайнерского решения малоэтажного дома могут применяться коробчатые — квадратного, прямоугольного либо фигурного поперечного сечения, рельефные и полукруглые желоба, как это показано на рис. 3. Наиболее часто применяются полукруглые желоба. Для регионов, где регулярно выпадает большое количество осадков, проходят сильные ливни и обильные снегопады, и при этом дом имеет большую площадь, используются квадратные желоба.

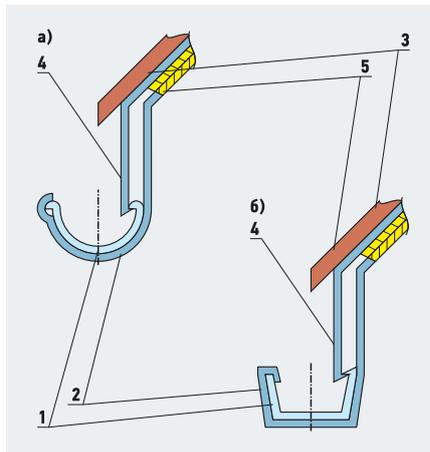
Наружные водостоки желательно располагать на солнечной стороне фасада дома. Для огибания желобами углов крыши дома следует использовать угловые (левый и правый) элементы. Для обеспечения преимущественного стекания с крыши дождевых и талых вод в водосточную воронку желоба следует закрывать по торцам заглушками (левой и правой). Для сборки двух желобов стандартной длины либо требуемых размеров между собой следует использовать специальные соединители.

При выборе водосточных труб форма их поперечного сечения должна совпадать с формой желобов. Диаметры водосточных труб для устройства наружных водостоков следует принимать: 80 мм для водосборной площади кровли площадью 30 м<sup>2</sup>, 90 мм — для 50 м<sup>2</sup> и 100 мм — для водосборной площади кровли площадью 125 м<sup>2</sup>. Выбор того или иного размера водостока будет зависеть



**Рис. 2. Правильное расположение желоба относительно кровли (а — профиль, б — общий вид; 1 — желоб; 2 — линия плоскости, т.е. продолжение поверхности ската; 3 — скат кровли; 4 — направление падения стоков; 5 — центр желоба; 6 — деревянный настил; 7 — крюк)**

**При неправильном креплении водосточные детали могут деформироваться под действием механических ударов, нагрузок от ветра, к тому же вполне возможен срыв с крепления водосточных желобов при сходе с крыши значительных объемов снега и льда**



**Рис. 3. Водосточные желоба (а — полукруглый, б — квадратный; 1 — желоб; 2 — крюк-держатель желоба; 3 — обрешетка; 4 — пельник; 5 — кровля)**

от особенностей здания. При расчете учитывается уклон и площадь крыши, а также количество и расположение точек стока воды.

Для огибания выступающих частей домов следует использовать угловые водосточные детали — отводы и колена, которые могут быть изогнуты как во фронтальной, так и в боковой плоскостях (рис. 4).

Закреплять водосточные трубы с целью удобства их сборки при монтаже и разборки при ремонте следует на расстоянии около 50 мм от стены дома с помощью хомутов и штырей с захватами (держатели трубы). Водосточные трубы крепятся к стене здания хомутами. Форма хомутов выбирается с учетом поперечного сечения трубы (рис. 5).

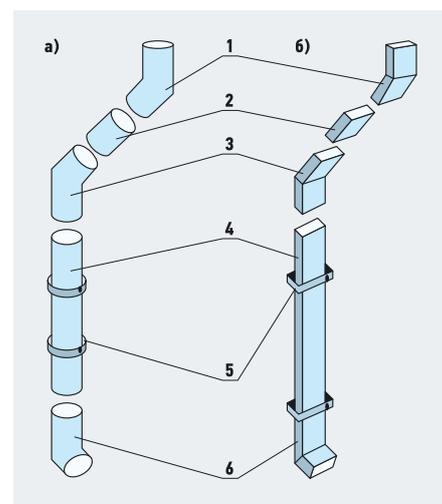
Форма крюков (держателей желобов) выбирается с учетом поперечного сечения желоба. При помощи крюков обеспечивается нужный уклон для стекания воды по желобу в сторону водоприемной воронки. Для того, чтобы штыри и крюки не ржавели, они должны быть оцинкованными или покрытыми каким-либо антикоррозийным составом. Водосточные воронки должны иметь аналогичную форму, как и водосточные желоба (рис. 6).

Для устройства наружных водостоков малоэтажных домов на данном этапе следует использовать водосточные детали из оцинкованной стали, оцинкованной стали с полимерным покрытием с одной либо с обеих сторон либо из светостабилизированных

и ударопрочных пластиков (на сегодня это, в основном, непластифицированный поливинилхлорид НПВХ).

Водосточные детали из оцинкованной стали можно характеризовать следующими показателями: пожаробезопасны; обладают низкой шумоизоляцией — слышно шум дождя и ветра; количество перегибов без излома — 8; долговечность цинкового покрытия — 5–6 лет, в результате система быстро ржавеет. При появлении трещин, язв или сквозных отверстий их необходимо защитить от коррозии — зачистить, запаять кусками оцинкованной стали и затем покрыть, например, акриловым лаком (противостоит коррозии не более трех лет). Места, где на оцинкованных трубах появляются слабые следы ржавчины, следует промыть керосином, очистить наждачной бумагой с номером зернистости №12 или 16, покрыть олифой, загрунтовать и затем покрасить масляной краской на натуральной олифе. Стоимость водосточных труб и желобов из оцинкованной стали диаметром 100 мм — 75 и 90 руб/п.м., соответственно.

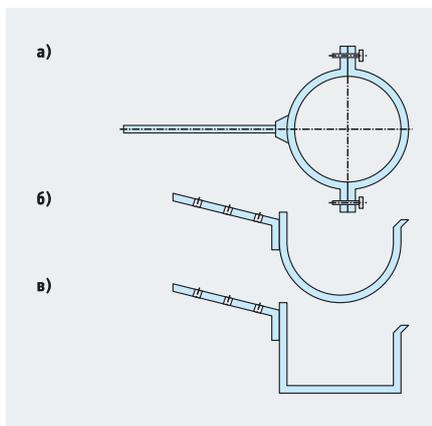
Водосточные детали из оцинкованной стали с покрытием защитным слоем полиэстера, пурала или пластизола с двух сторон листа (толщина 200 мкм) можно характеризовать следующими показателями: пожаробезопасны; низкая шумоизоляция — слышно шум дождя; при соединении между собой не нуждаются в уплотнителях (в отличие водосточных деталей из НПВХ); есть возможность подобрать цветовую гамму: белый, коричневый, красный, зеленый, серый либо черный; максимальная температура эксплуатации до 120 °С; минимальная температура, при которой допускается изгибание материала, до -10 °С; гарантийный срок службы полиэстера — 10 лет.



**Рис. 4. Водосточные колена поперечного сечения (а — круглого, б — прямоугольного; 1 — колено, изогнутое в боковой плоскости; 2 — патрубко-проставка; 3 — колено, изогнутое во фронтальной плоскости; 4 — водосточная труба; 5 — крепеж (хомут со штырем) водосточного стояка; 6 — колено-слив)**

Стоимость водосточных труб и желобов диаметром 100 мм из оцинкованной стали с двухсторонним полимерным покрытием — 240 и 180 руб/п.м., соответственно.

Водосточные детали из пластика можно характеризовать следующими показателями: хорошая шумоизоляция (27 дБ); не подвержены коррозии; высокая ремонтабельность — детали легко подвергаются замене; высокие упругие свойства — модуль упругости 3200 МПа; выдерживают температуру в диапазоне -40...+70 °С; устойчивы к химическому воздействию; срок службы не более 10 лет при использовании в климате со значительными перепадами температур; значительно изменяет линейные размеры при резком перепаде температур, поэтому при монтаже применяют специальные фасонные детали для компенсации изменений длины труб и желобов, соединение элементов производят с помощью клея или резиновых уплотнителей (не рекомендуется сочетать указанные



•• Рис. 5. Держатели водосточных труб и желобов (а — хомут для круглой трубы, б — крюк для круглого желоба, в — крюк для квадратного желоба)

соединения в одном водостоке — резиновые уплотнители компенсируют изменение размеров за счет свободного соединения элементов, в водостоках с клеевыми соединениями используются специальные расширительные элементы (компенсаторы) и воронки, кото-

рые следует устанавливать в строгом соответствии с рекомендациями производителей водосточных деталей). Стоимость водосточных труб и желобов диаметром 100 мм из НПВХ — 180 и 150 руб/п.м., соответственно. С целью минимизации расходов на устройство наружных водостоков малоэтажных домов следует применять водосточные детали, например, из НПВХ, поставляемых в комплекте (табл. 1).

При производстве работ на монтаже наружных водостоков сначала необходимо определить и разметить по месту расположение водосточных желобов и водосточных труб [4]. После этого в местах установки водосточных труб устанавливают водоприемные воронки. С воронок следует начинать монтаж водостоков, в которых водоприемные воронки работают еще и как соединители желобов. В таких воронках предусмотрены приспособления для водонепроницаемого соединения с желобом — резиновые уплотнители или место для нанесения клея для клеевых систем, к тому же такие воронки крепятся кронштейнами самостоятельно непосредственно к кровельной конструкции. Поэтому монтаж начинается именно с них.

После этого закрепить воронку к желобу, установив крюки (держатели желоба) на рекомендованных производителем водосточных желобов расстояниях (в зависимости от диаметра и формы водостоков они могут составлять 0,5–0,6 м — для пластиковых и 0,7–1,5 м — для металлических).

При расстановке крюков следует строго соблюдать рекомендуемые расстояния между крюками, в противном случае при эксплуатации возможно выкручивание и провисание желобов и, в конечном счете, их разрушение — желоба разрываюся.

Чтобы обеспечить необходимый расчетный уклон (2–5‰) водосточным желобам к водосточным стоякам, крайние крюки-держатели желоба устанавливают в нижней точке (у водосточной воронки) и в наивысшей точке (с противоположной стороны собранного вдоль кровли желоба). Затем натягивают шнур между этими крюками, и далее уже по шнуру устанавливают промежуточные крюки-держатели желобов. Крюки-держатели желобов устанавливают с использованием шурупов на качественно смонтированной лобовой (ветровой) доске (неровная лобовая доска может негативно повлиять на установленную на нее водосточную деталь) либо, при отсутствии кровельного покрытия, на стропильных ногах.

Для крепления к лобовой доске следует использовать пластиковые крюки-держатели желобов, а к стропилам — металлические. Один держатель выдерживает в среднем до 75 кг. Закладку желобов в крюки-держатели следует начинать от воронки. Край желоба плотно вставляется в фиксатор на краю дер-

•• Комплект водосточных деталей для наружных водостоков\*

табл. 1

Наименование	Цена на 16.03.2009 г. с учетом НДС [3], руб.	Общий вид
Желоб, 4 м	946	
Соединитель желоба	339	
Угол 90° и 135° (внешний, внутренний и универсальный)	501	
Угол 90° и 135° (нестандартный)	887	
Воронка 74 × 74 мм	534	—
Заглушка внешняя	199	
Заглушка внутренняя	123	
Корзина коллектора (воронка сливная)	766	
Водосточная труба, 4 м	309 руб/п.м.; 1234 руб/шт.	
Соединитель трубы (муфта)	271	
Колено 112 1/2°	247	
Тройник	887	
Слив	247	

\* Из водосточных желобов 125 × 70 мм и коробчатых водосточных труб 74 × 74 мм из ПВХ.

жателя желоба и защелкивается. Желоба водонепроницаемо соединяются между собой с использованием соединительных деталей, специальных клеевых составов или пайки, в зависимости от материала, из которого они изготовлены. (Клеевые соединения не позволяют произвести демонтаж после полной сборки системы, и повторный монтаж вследствие этого сделать будет уже нельзя.)

Для резки пластиковых желобов используется ножовка или болгарка. Заусенцы зачищаются напильником. Резать металлические трубы и желоба следует ножницами по металлу. Нельзя использовать болгарку, т.к. при этом создается высокая температура резки и вследствие этого может произойти расслаивание, деструкция или даже полное выгорание пластикового защитного покрытия на обрабатываемой водосточной детали. После резки рекомендуется закрашивать края среза на металлических желобах (трубах) краской соответствующего состава.

Водосточные желоба должны устанавливаться ниже линии продолжения крыши с тем, чтобы избежать «перелива» воды за их край при сильном дожде, а также попадания в них значительных объемов сползающего с крыши снега. Водосточные трубы следует монтировать сверху вниз, т.е. начиная от водосточной воронки. Трубы необходимо крепить на стене так, чтобы расстояние от нее до водосточной трубы было 3–8 см. Трубы соединяют при помощи соединительных муфт и крепят к стене хомутами через каждые один-два метра в зависимости от рекомендаций поставщика.

Завершают монтаж наружного водостока установкой на водосточном стояке водосточного отвода-слива (рис. 7).

Отвод-слив присоединяют к нижнему концу водосточной трубы и закрепляют хомутом на наружной стенке дома непосредственно над емкостью либо над отмосткой на расстоянии

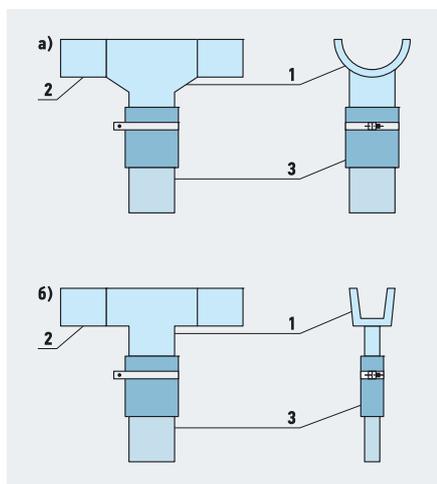


Рис. 6. Расположение в наружных водостоках водосточных воронок (а — полукруглых, б — прямоугольных; 1 — воронка; 2 — водосточный желоб; 3 — водосточный стояк)

от ее поверхности не менее 30 см, а при наличии водоотводящего лотка — около 15 см.

Монтировать наружные водостоки из металлов возможно при любых температурных и погодных условиях. Наружные водостоки из пластика следует монтировать при температуре не ниже 5 °С с тем, чтобы предохранить их от растрескивания в случае чрезмерного механического нагружения при резке, креплении и т.п. К тому же, склеивание водосточных деталей из НПВХ допускается производить при отсутствии дождя.

Во время эксплуатации наружные водостоки подвергаются климатическим воздействиям, таким как перепады температуры. Температурные перепады сопровождаются значительными тепловыми деформациями пластиковых водосточных желобов, труб и других деталей. Если вовремя не предусмотреть специальных мер, то вполне возможно их коробление и даже повреждение. В наружных водостоках, в которых используются резиновые уплотнители — в соединителях желобов и в раструбах (муфтах) труб — отсутствует жесткое крепление желобов и труб между собой. В случае линейного расширения желоба (трубы) скользят по резиновым уплотнителям в местах соединения и не деформируются. В наружных водостоках из НПВХ, в которых для сборки желобов между собой используются клеевые соединения, для компенсации линейных деформаций необходимо устанавливать в самой высокой точке компенсатор (расширительный элемент) желоба и/или компенсирующую (расширительную) воронку со свободным входом в нее с обеих сторон концов собранных желобов.

**Компенсирующие воронки следует устанавливать в случаях, когда имеется препятствие линейному расширению собранных желобов**

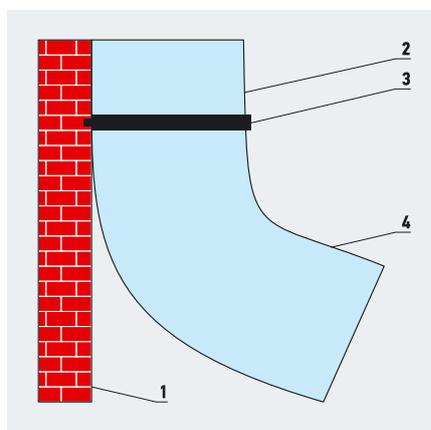


Рис. 7. Фрагмент наружного водостока малоэтажки (1 — стена; 2 — водосточный стояк; 3 — крепление; 4 — водосточный отвод-слив)

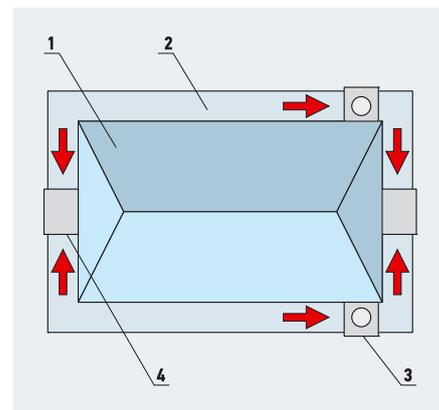


Рис. 8. Расстановка компенсирующих водосточных деталей на собранных водосточных желобах, опоясывающих четырехскатную крышу дома (1 — кровля; 2 — собранные вдоль периметра дома водосточные желоба; 3 — компенсирующая водосточная воронка; 4 — компенсатор восточного желоба)

Наружные водостоки из металла при воздействии на них реальных перепадов температуры имеют небольшие линейные деформации по сравнению с пластиковыми наружными водостоками, поэтому для компенсации таких деформаций только иногда целесообразно использовать компенсаторы желобов.

Компенсирующие воронки следует устанавливать в случаях, когда имеется препятствие линейному расширению собранных желобов (длиной 8–15 м), например, в виде выступа на фасаде. Если длина собранных желобов от 15 до 24 м, то в самой высокой точке следует устанавливать компенсатор желоба. В случаях, когда водосточные желоба наружных водостоков расположены вдоль всего периметра дома (опоясывают четырехскатную крышу), следует устанавливать два компенсатора желобов и две компенсирующих воронки (рис. 8).

Рассмотренное убеждает в том, что имеются достаточные основания, чтобы:

- с наименьшими затратами денежных средств и трудовых ресурсов обустроить повсеместно качественными наружными водостоками малоэтажные дома и, тем самым, избежать негативного влияния атмосферных осадков на их отдельные элементы в процессе эксплуатации;
- разработать российский норматив на проектирование, монтаж, эксплуатацию, ремонт и утилизацию наружных водостоков малоэтажных домов, тем самым положительно повлияв на строительный и жилищно-коммунальный комплексы России в будущем. ●

1. Интернет-сайт «Строительный комплекс Азиатско-Тихоокеанского региона»: [www.skatr.ru](http://www.skatr.ru).  
 2. Интернет-сайт издания «Стройка»: [www.stroyka.ru](http://www.stroyka.ru).  
 3. Интернет-сайт «Водосток.инфо»: [www.vodostok.info](http://www.vodostok.info).  
 4. Интернет-сайт «BuilderClub»: [www.builderclub.com](http://www.builderclub.com).

# Водонапорные башни и их альтернативы. Расчет объема бака

Напорно-регулирующие емкости, к которым относятся водонапорные башни, водонапорные колонны, напорные резервуары и пневматические емкости (гидробаки), служат для поддержания стабильного напора в режиме оптимальной работы насосных агрегатов.

Потребление водопроводной воды в течение суток отличается крайней неравномерностью. Не то чтобы водоразбор нельзя было в какой-то мере спрогнозировать (все-таки определенные закономерности, безусловно, присутствуют), но при таком рваном режиме работы насосы быстро придут в негодность. К тому же, водоснабжение будет недостаточно комфортным из-за задержки подачи воды, связанной с ненулевой протяженностью трубопроводов. Гораздо удобнее иметь некоторую постоянно заполненную емкость, создающую в сети более или менее стабильный напор. Достигается это двумя путями. Открытые баки устанавливаются на возвышенности, и напор образуется естественным образом вследствие давления водного столба. В закрытых емкостях напор поддерживается с помощью воздушной камеры с избыточным давлением.

## Конструкция

Водонапорные емкости — изобретение довольно древнее. По сходному принципу функционировал, например, водопровод в Древнем Риме. Вблизи расположенного на возвышенности источника сооружался водоем, в котором вода накапливалась и по акведукам подавалась в городской водопровод. Существовали и индивидуальные системы водоснабжения, где вырытое озерцо обслуживало лишь одно здание. Для перекачивания воды применялись и ручные помпы.

Проведенные на территории бывшего Советского Союза археологические

**Для изучения режимов расходования воды и выявления факторов, влияющих на характер водопотребления, широко используются статистические данные и поправочные коэффициенты**

раскопки обнаружили остатки водопроводов на Кавказе и в Средней Азии, в России и на Украине. В XVII веке появился первый напорный водопровод в московском Кремле. Вода из Москвы-реки забиралась механизмом на лошадиной тяге и под напором подавалась в бак на башне, а оттуда по трубам поступала в здание.

С того времени, конечно, многое изменилось. Изготовление прочных емкостей с заранее заданным объемом и использование электрических насосов с предсказуемыми характеристиками позволило упорядочить стихийный природный процесс, задав дополнительные возможности управления наполнением.

Современные водонапорные башни весьма разнообразны по внешнему виду, но имеют сходную конструкцию. Основными элементами являются резервуар и опора. Их габариты (объем, высота) надлежит определить в процессе расчета системы водоснабжения. Бак имеет, как правило, круглую форму в плане и плоское либо вогнутое днище. Его емкость может колебаться в широких пределах от пары сотен литров (индивидуальная водонапорная конструкция на



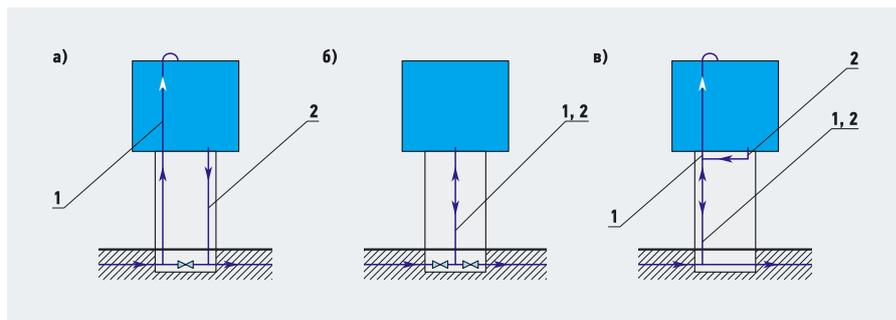
личном приусадебном участке) до нескольких сотен кубометров (водоснабжение города, предприятия).

Нередко бак окружается шатром, призванным предохранить воду от замерзания и засорения. Помогает он, правда, лишь при правильной эксплуатации башни. Главным условием, при котором вода в резервуаре останется в жидком состоянии даже зимой, является обеспечение регулярного ее обновления, расхода и перемешивания. Полное опорожнение, как и переполнение емкости, могут серьезно нарушать нормальное функционирование всей водопроводной системы. Несмотря на широкое распространение простейших поплавковых сигнализаторов уровня воды, в настоящее время все еще нередки случаи визуального слежения и ручного включения насосов в соответствии с практическим опытом персонала башни.

Нерегулярный водообмен в баке приводит к образованию застойных участков, где в летнее время вода протухает, а в зимнее — замерзает. Переполнение вызывает затопление близлежащих территорий, размывание фундамента башни, обмерзание снаружи в зимнее время. При длительном отсутствии воды в емкости (и во всей водопроводной системе) стенки бака и водопроводных труб могут начать ржаветь. Наличие шатра тоже не в полной мере предотвращает загрязнение: через вентиляционные отверстия в подшатровое пространство могут проникать птицы и насекомые, при сильном ветре — листья, песок. Такие загрязнения должны регулярно удаляться.

Водонапорные башни оборудуются системой труб: подводящей, отводящей, переливной, ревизионной для слива воды. Соединение бака и труб для подачи и отвода воды возможно по одной из схем, приведенных на рис. 1. По простейшей схеме (рис. 1а) резервуар оснащается двумя трубами: подающей и отводящей. При этом вся подаваемая насосами вода проходит через емкость, это обеспечивает хорошее перемешивание воды, но требует мощного насоса с напором, равным наивысшему положению уровня воды в баке.

На рис. 1б приведен вариант с общей подводяще-отводящей трубой, рассчитанной на подачу (в бак или из бака) воды в количестве, равном разности объема, подаваемого насосами и расходоуемого потребителями. При этом напор подающего насоса всегда будет минимальным, как и расход материала на трубы, но вода в баке плохо перемешивается, что при значительной разнице между



:: Рис. 1. Схемы соединения бака и труб для подачи и отвода воды (а — отдельные трубы подачи и отвода воды, б — единая подводяще-отводящая труба, в — единая подводяще-отводящая труба, разделенная у дна бака на подачу и отвод; 1 — подающая труба; 2 — отводящая труба)

регулирующим и общим объемом резервуара может привести к образованию застойных зон. Рис. 1в в данном случае демонстрирует компромиссный вариант, предусматривающий единую подводяще/

отводящую трубу с разделением ее у дна бака. В башнях также желательна установка системы автоматического слежения за уровнем воды, включающей и отключающей насосы.

:: Сводная таблица данных по расчету параметров водонапорной башни

табл. 1

Параметр	Норматив	Вариант 1	Вариант 2
Площадь населенного пункта $S$ , м <sup>2</sup>	1 га = 10 тыс. м <sup>2</sup>	10 000	—
Доля огородов	—	0,5	—
Максимальная этажность $n$	—	2	—
Число жителей $N_{ж}$	—	500	—
Среднесуточное удельное хозяйственно-питьевое водопотребление на одного жителя $q_{ж}$ , л/сут.	125–160 (табл. 1 [1])	150	—
Расчетный средний за год суточный расход воды $Q_{сут.м}$ , м <sup>3</sup> /сут.	$Sq_{ж}N_{ж}/1000$	75	—
Коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия $a_{max}$	1,2–1,4	1,4	—
Коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте $b_{max}$	1–4,5 (табл. 2 [1])	2,5	—
Расход воды на поливку $Q_{сут.х}$ , [л/сут. на чел./л/(м <sup>2</sup> ·сут.)]   м <sup>3</sup> /сут.	50–90   табл. 3 [1]	90   45	10   50
Коэффициент часовой неравномерности водопотребления $K_ч$	$a_{max}b_{max}$	4	—
Коэффициент суточной неравномерности водопотребления $K_{сут}$	1,1–1,3	1	—
Суммарный суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения $Q_{сут.маж}$ , м <sup>3</sup> /сут.	$Q_{сут.м}K_{сут} + Q_{сут.х}$	135	140
Расчетный часовой расход воды $q_{ч.маж}$ , м <sup>3</sup> /ч	$Q_{сут.маж}K_{ч.маж}/24$	19,69	20,42
Скорость подачи воды при пожаре $v_{пож}$ , л/с   м <sup>3</sup> /ч	—	5   18	—
Продолжительность подачи воды при пожаре $t_{пож}$ , мин.   с	—	10   600	—
Неприкосновенный запас на случай пожара $V_{пож}$ , м <sup>3</sup>	$v_{пож}t_{пож}$	3	—
НЗ на хозяйственно питьевые нужды $V_{нз.маж}$ , м <sup>3</sup>	$q_{ч.маж}t_{пож}$	3,28	3,4
Суммарный неприкосновенный запас $V_{нз}$ , м <sup>3</sup>	$V_{пож} + V_{нз.маж}$	6,28	6,4
Регулирующий объем воды при равномерном режиме подачи $V_{рег1}$ , %   м <sup>3</sup>	—	23,34   31,51	—   32,68
Регулирующий объем воды при неравномерном (ступенчатом) режиме подачи $V_{рег2}$ , %   м <sup>3</sup>	—	10,75   14,51	—   15,05
Суммарный объем воды в баке водонапорной башни $V_1$   $V_2$ , м <sup>3</sup>	$V_{нз} + V_{рег1}$   $V_{нз} + V_{рег2}$	37,79   20,79	39,08   21,45
Коэффициент, учитывающий потери напора на местные сопротивления $K_{мс}$	—	1,05	—
Максимальные потери напора в водопроводной сети $h_{сети}$ , м	—	0,8	—
Отметка земли в диктующей точке $Z_{дт}$ , м	—	35	—
Отметка земли в месте установки башни $Z_б$ , м	—	41	—
Свободный напор в диктующей точке $H_{св}$ , м	$10 + 4(n - 1)$	14	—
Высота башни $H$ , м	$K_{мс}h_{сети} + (Z_{дт} - Z_б) + H_{св}$	8,84	—

### Расчет показывает, что использование даже простейшего графика ступенчатой работы насосов позволяет значительно уменьшить регулирующий объем бака

Для аварийного сброса излишков воды в дренаж предусмотрена переливная труба. Ее диаметр должен обеспечивать проток, равный объему наибольшего поступления, т.е. при работе всех насосов на полной мощности. Это, к сожалению, далеко не всегда так. Иначе не встречались бы столь часто башни, обросшие зимой ледяной шубой. Также весьма распространенным в провинции способом очистки емкости от загрязнений является включение в ручном режиме всех насосов, что в период малого потребления вызывает переполнение, и плавающий мусор вымывается за пределы башни. Это говорит не только о безалаберности сотрудников, но и о несоответствии диаметра переливной трубы про-

изводительности насосов. Трубы перелива и опорожнения на выходе из бака, как правило, объединяются в одну с целью экономии труб.

Опора водонапорной башни служит для поддержания емкости на требуемой высоте, в ней может располагаться лестница, подсобные помещения, а также противопожарный запас воды. Вариант, когда весь объем башни до самой земли заполнен водой, носит название водонапорной колонны. Если на местности есть естественная возвышенность, ее можно использовать для размещения бака на нем. Тогда опора не требуется, а конструкция называется напорным резервуаром. Пневмобаки же можно устанавливать в любом месте, даже под землей.

### Основы расчета напорно-регулирующей емкости

Вне зависимости от конструкции, все напорно-регулирующие емкости выполняют одинаковую функцию компенсации несовпадения режимов потребления и подачи воды в разные часы. Когда насос

подает количество воды  $Q_{под}$ , а обслуживаемый объект потребляет в это время меньшее количество воды  $Q_{потр.min}$ , разность  $(Q_{под} - Q_{min})$  поступает в бак. Этот объем подается на объект в часы, когда потребление превышает подачу насоса.

Основным фактором, определяющим объем водонапорной емкости и высоту ее расположения, является график расходования воды потребителями, которых эта система должна обслуживать. В большинстве случаев определить точные данные невозможно из-за разнообразия и неполноты входной информации.

Чаще всего просчеты связаны с недооценкой потребностей населения и его количества. Сюда относятся и незапланированные траты (оставленный открытым кран, грандиозная стирка, долговременная засуха), и неучтенные сантехнические приборы (джакузи или ванна вместо душа, автоматическая поливальная установка), и незарегистрированные жильцы (сдаваемая квартира, самовольно возведенные жилые строения на участке), и банальное совершенно офи-

:: Определение емкости напорного резервуара\*

табл. 2

Период ч	Расход воды общ.		Подача насоса		Поступление воды в бак		Расход воды из бака		Остаток воды в баке	
	%	м³/ч	%	м³/ч	%	м³/ч	%	м³/ч	%	м³/ч
1	2		3		4		5		6	
0-1	0,50	0,68	4,17	5,63	3,67	4,95	-3,67	-4,95	3,67	4,95
1-2	0,50	0,68	4,17	5,63	3,67	4,95	-3,67	-4,95	7,34	9,91
2-3	0,50	0,68	4,17	5,63	3,67	4,95	-3,67	-4,95	11,01	14,86
3-4	0,50	0,68	4,17	5,63	3,67	4,95	-3,67	-4,95	14,68	19,82
4-5	1,00	1,35	4,17	5,63	3,17	4,28	-3,17	-4,28	17,85	24,10
5-6	3,00	4,05	4,17	5,63	1,17	1,58	-1,17	-1,58	19,02	25,68
6-7	5,00	6,75	4,17	5,63	-0,83	-1,12	0,83	1,12	18,19	24,56
7-8	8,00	10,80	4,17	5,63	-3,83	-5,17	3,83	5,17	14,36	19,39
8-9	7,75	10,46	4,17	5,63	-3,58	-4,83	3,58	4,83	10,78	14,55
9-10	7,00	9,45	4,17	5,63	-2,83	-3,82	2,83	3,82	7,95	10,73
10-11	4,75	6,41	4,17	5,63	-0,58	-0,78	0,58	0,78	7,37	9,95
11-12	4,25	5,74	4,17	5,63	-0,08	-0,11	0,08	0,11	7,29	9,84
12-13	3,00	4,05	4,17	5,63	1,17	1,58	-1,17	-1,58	8,46	11,42
13-14	2,50	3,38	4,17	5,63	1,67	2,25	-1,67	-2,25	10,13	13,68
14-15	2,00	2,70	4,17	5,63	2,17	2,93	-2,17	-2,93	12,30	16,61
15-16	4,50	6,08	4,17	5,63	-0,33	-0,45	0,33	0,45	11,97	16,16
16-17	6,00	8,10	4,16	5,62	-1,84	-2,48	1,84	2,48	10,13	13,68
17-18	8,00	10,80	4,16	5,62	-3,84	-5,18	3,84	5,18	6,29	8,49
18-19	8,25	11,14	4,16	5,62	-4,09	-5,52	4,09	5,52	2,20	2,97
19-20	7,50	10,13	4,16	5,62	-3,34	-4,51	3,34	4,51	-1,14	-1,54
20-21	7,00	9,45	4,16	5,62	-2,84	-3,83	2,84	3,83	-3,98	-5,37
21-22	4,50	6,08	4,16	5,62	-0,34	-0,46	0,34	0,46	-4,32	-5,83
22-23	3,00	4,05	4,16	5,62	1,16	1,57	-1,16	-1,57	-3,16	-4,27
23-24	1,00	1,35	4,16	5,62	3,16	4,27	-3,16	-4,27	0,00	0,00
За сутки	100	135	100	135	-	-	-	-	-	-
Рег. объем бака	-	-	-	-	-	-	-	-	23,34	31,51

\* Для равномерного режима подачи (макс. суточный объем 135 м³).

:: Определение емкости напорного резервуара\*

табл. 3

Период ч	Расход воды общ.		Подача насоса		Поступление воды в бак		Расход воды из бака		Остаток воды в баке	
	%	м³/ч	%	м³/ч	%	м³/ч	%	м³/ч	%	м³/ч
1	2		3		4		5		6	
0-1	0,50	0,68	2,00	2,70	1,50	2,03	-1,50	-2,03	1,50	2,03
1-2	0,50	0,68	2,00	2,70	1,50	2,03	-1,50	-2,03	3,00	4,05
2-3	0,50	0,68	2,00	2,70	1,50	2,03	-1,50	-2,03	4,50	6,08
3-4	0,50	0,68	2,00	2,70	1,50	2,03	-1,50	-2,03	6,00	8,10
4-5	1,00	1,35	2,00	2,70	1,00	1,35	-1,00	-1,35	7,00	9,45
5-6	3,00	4,05	2,00	2,70	-1,00	-1,35	1,00	1,35	6,00	8,10
6-7	5,00	6,75	2,00	2,70	-3,00	-4,05	3,00	4,05	3,00	4,05
7-8	8,00	10,80	4,00	5,40	-4,00	-5,40	4,00	5,40	-1,00	-1,35
8-9	7,75	10,46	6,00	8,10	-1,75	-2,36	1,75	2,36	-2,75	-3,71
9-10	7,00	9,45	6,00	8,10	-1,00	-1,35	1,00	1,35	-3,75	-5,06
10-11	4,75	6,41	6,00	8,10	1,25	1,69	-1,25	-1,69	-2,50	-3,38
11-12	4,25	5,74	6,00	8,10	1,75	2,36	-1,75	-2,36	-0,75	-1,01
12-13	3,00	4,05	4,00	5,40	1,00	1,35	-1,00	-1,35	0,25	0,34
13-14	2,50	3,38	4,00	5,40	1,50	2,03	-1,50	-2,03	1,75	2,36
14-15	2,00	2,70	4,00	5,40	2,00	2,70	-2,00	-2,70	3,75	5,06
15-16	4,50	6,08	4,00	5,40	-0,50	-0,68	0,50	0,68	3,25	4,39
16-17	6,00	8,10	6,00	8,10	0,00	0,00	0,00	0,00	3,25	4,39
17-18	8,00	10,80	6,00	8,10	-2,00	-2,70	2,00	2,70	1,25	1,69
18-19	8,25	11,14	6,00	8,10	-2,25	-3,04	2,25	3,04	-1,00	-1,35
19-20	7,50	10,13	6,00	8,10	-1,50	-2,03	1,50	2,03	-2,50	-3,38
20-21	7,00	9,45	6,00	8,10	-1,00	-1,35	1,00	1,35	-3,50	-4,73
21-22	4,50	6,08	6,00	8,10	1,50	2,03	-1,50	-2,03	-2,00	-2,70
22-23	3,00	4,05	4,00	5,40	1,00	1,35	-1,00	-1,35	-1,00	-1,35
23-24	1,00	1,35	2,00	2,70	1,00	1,35	-1,00	-1,35	0,00	0,00
За сутки	100	135	100	135	-	-	-	-	-	-
Рег. объем бака	-	-	-	-	-	-	-	-	10,75	14,51

\* Для ступенчатого режима подачи (макс. суточный объем 135 м³).

циальное освоение новых территорий (строительство новых домов, раздача земли под садовые участки). Неучтенная поправка на человеческий фактор при возведении водонапорного сооружения довольно быстро приводит к дефициту регулирующего объема. Здесь можно, в первую очередь, рекомендовать при расчетах учитывать абсолютно все варианты расхода с учетом перспективного плана развития местности. Если проблемы обнаружались уже после обустройства водонапорной установки, необходимо выполнить корректирующие расчеты по описанной ниже методике. Результат позволит увидеть проблемные участки и скомпенсировать их установкой дополнительного бака или заменой насоса на более мощный.

Для изучения режимов расходования воды и выявления факторов, влияющих на характер водопотребления, используются также статистические данные об аналогичных объектах, уже оборудованных водопроводной системой, и поправочные коэффициенты.

### Пожарный объем воды в баке водонапорной башни должен обеспечивать десятиминутную продолжительность тушения одного внутреннего пожара при одновременном наибольшем расходе на другие нужды

Отбор воды из сети меняется ежеминутно, но столь точные расчеты практического интереса не представляют в силу случайного характера колебаний. Поэтому, при отсутствии особых обстоятельств, при расчете систем водоснабжения часовой расход принимают постоянным.

Почасовые потребности объекта заносят в таблицу, на основании которой впоследствии будут вычислены регулирующий объем резервуара и периоды активации насосов. Противопожарный объем, гидравлические потери системы, а также необходимые коэффициенты берутся из нормативной документации и карт местности.

### Расчет объема напорной емкости

Рассмотрим пример расчета (табл. 1) водонапорной башни для небольшого населенного пункта в сельской местности площадью 10 га (100 000 м<sup>2</sup>). Территория представляет собой преимущественно частные подворья, примерно половина территории поселка используется как сельскохозяйственные угодья, но достоверных данных не имеется. Преобладает одно- и двухэтажная застройка, количество жителей  $N_{ж} = 500$  человек. Промышленные предприятия на обслуживаемой территории отсутствуют.

Вначале по СНиП 2.04.02-84\* [1] определим исходные данные и коэффициенты, на которые будем опираться при расчетах. Среднесуточное удельное хозяйственно-питьевое водопотребление на одного жителя  $q_{ж}$ , согласно [1], составляет 125–160 л/сут., примем 150 л/сут., тогда расчетный средний за год суточный расход воды  $Q_{сут.м}$  по формуле, приведенной в п 2.2 [1] равен 75 м<sup>3</sup>/сут.:

$$Q_{сут.м} = \frac{\sum q_{ж} N_{ж}}{1000} = \frac{150 \times 500}{1000} = 75.$$

:: Определение емкости напорного резервуара\*

табл. 4

Период	Расход воды общ.		Подача насоса		Поступление воды в бак		Расход воды из бака		Остаток воды в баке	
	%	м <sup>3</sup> /ч	%	м <sup>3</sup> /ч	%	м <sup>3</sup> /ч	%	м <sup>3</sup> /ч	%	м <sup>3</sup> /ч
1	2		3		4		5		6	
0–1	0,50	0,70	4,17	5,83	3,67	5,13	-3,67	-5,13	3,67	5,13
1–2	0,50	0,70	4,17	5,83	3,67	5,13	-3,67	-5,13	7,33	10,27
2–3	0,50	0,70	4,17	5,83	3,67	5,13	-3,67	-5,13	11,00	15,40
3–4	0,50	0,70	4,17	5,83	3,67	5,13	-3,67	-5,13	14,67	20,53
4–5	1,00	1,40	4,17	5,83	3,17	4,43	-3,17	-4,43	17,83	24,97
5–6	3,00	4,20	4,17	5,83	1,17	1,63	-1,17	-1,63	<b>19,00</b>	<b>26,60</b>
6–7	5,00	7,00	4,17	5,83	-0,83	-1,17	0,83	1,17	18,17	25,43
7–8	8,00	11,20	4,17	5,83	-3,83	-5,37	3,83	5,37	14,33	20,07
8–9	7,75	10,85	4,17	5,83	-3,58	-5,02	3,58	5,02	10,75	15,05
9–10	7,00	9,80	4,17	5,83	-2,83	-3,97	2,83	3,97	7,92	11,08
10–11	4,75	6,65	4,17	5,83	-0,58	-0,82	0,58	0,82	7,33	10,27
11–12	4,25	5,95	4,17	5,83	-0,08	-0,12	0,08	0,12	7,25	10,15
12–13	3,00	4,20	4,17	5,83	1,17	1,63	-1,17	-1,63	8,42	11,78
13–14	2,50	3,50	4,17	5,83	1,67	2,33	-1,67	-2,33	10,08	14,12
14–15	2,00	2,80	4,17	5,83	2,17	3,03	-2,17	-3,03	12,25	17,15
15–16	4,50	6,30	4,17	5,83	-0,33	-0,47	0,33	0,47	11,92	16,68
16–17	6,00	8,40	4,16	5,83	-1,83	-2,57	1,83	2,57	10,08	14,12
17–18	8,00	11,20	4,16	5,83	-3,83	-5,37	3,83	5,37	6,25	8,75
18–19	8,25	11,55	4,16	5,83	-4,08	-5,72	4,08	5,72	2,17	3,03
19–20	7,50	10,50	4,16	5,83	-3,33	-4,67	3,33	4,67	-1,17	-1,63
20–21	7,00	9,80	4,16	5,83	-2,83	-3,97	2,83	3,97	-4,00	-5,60
21–22	4,50	6,30	4,16	5,83	-0,33	-0,47	0,33	0,47	<b>-4,33</b>	<b>-6,07</b>
22–23	3,00	4,20	4,16	5,83	1,17	1,63	-1,17	-1,63	-3,17	-4,43
23–24	1,00	1,40	4,16	5,83	3,17	4,43	-3,17	-4,43	0,00	0,00
За сутки	100	140	100	140	-	-	-	-	-	-
Рег. объем бака	-	-	-	-	-	-	-	-	23,34	32,67

\* Для равномерного режима подачи (макс. суточный объем 140 м<sup>3</sup>).

:: Определение емкости напорного резервуара

табл. 5

Период	Расход воды общ.		Подача насоса		Поступление воды в бак		Расход воды из бака		Остаток воды в баке	
	%	м <sup>3</sup> /ч	%	м <sup>3</sup> /ч	%	м <sup>3</sup> /ч	%	м <sup>3</sup> /ч	%	м <sup>3</sup> /ч
1	2		3		4		5		6	
0–1	0,50	0,70	2,00	2,80	1,50	2,10	-1,50	-2,10	1,50	2,10
1–2	0,50	0,70	2,00	2,80	1,50	2,10	-1,50	-2,10	3,00	4,20
2–3	0,50	0,70	2,00	2,80	1,50	2,10	-1,50	-2,10	4,50	6,30
3–4	0,50	0,70	2,00	2,80	1,50	2,10	-1,50	-2,10	6,00	8,40
4–5	1,00	1,40	2,00	2,80	1,00	1,40	-1,00	-1,40	<b>7,00</b>	<b>9,80</b>
5–6	3,00	4,20	2,00	2,80	-1,00	-1,40	1,00	1,40	6,00	8,40
6–7	5,00	7,00	2,00	2,80	-3,00	-4,20	3,00	4,20	3,00	4,20
7–8	8,00	11,20	4,00	5,60	-4,00	-5,60	4,00	5,60	-1,00	-1,40
8–9	7,75	10,85	6,00	8,40	-1,75	-2,45	1,75	2,45	-2,75	-3,85
9–10	7,00	9,80	6,00	8,40	-1,00	-1,40	1,00	1,40	<b>-3,75</b>	<b>-5,25</b>
10–11	4,75	6,65	6,00	8,40	1,25	1,75	-1,25	-1,75	-2,50	-3,50
11–12	4,25	5,95	6,00	8,40	1,75	2,45	-1,75	-2,45	-0,75	-1,05
12–13	3,00	4,20	4,00	5,60	1,00	1,40	-1,00	-1,40	0,25	0,35
13–14	2,50	3,50	4,00	5,60	1,50	2,10	-1,50	-2,10	1,75	2,45
14–15	2,00	2,80	4,00	5,60	2,00	2,80	-2,00	-2,80	3,75	5,25
15–16	4,50	6,30	4,00	5,60	-0,50	-0,70	0,50	0,70	3,25	4,55
16–17	6,00	8,40	6,00	8,40	0,00	0,00	0,00	0,00	3,25	4,55
17–18	8,00	11,20	6,00	8,40	-2,00	-2,80	2,00	2,80	1,25	1,75
18–19	8,25	11,55	6,00	8,40	-2,25	-3,15	2,25	3,15	-1,00	-1,40
19–20	7,50	10,50	6,00	8,40	-1,50	-2,10	1,50	2,10	-2,50	-3,50
20–21	7,00	9,80	6,00	8,40	-1,00	-1,40	1,00	1,40	-3,50	-4,90
21–22	4,50	6,30	6,00	8,40	1,50	2,10	-1,50	-2,10	-2,00	-2,80
22–23	3,00	4,20	4,00	5,60	1,00	1,40	-1,00	-1,40	-1,00	-1,40
23–24	1,00	1,40	2,00	2,80	1,00	1,40	-1,00	-1,40	0,00	0,00
За сутки	100	140	100	140	-	-	-	-	-	-
Рег. объем бака	-	-	-	-	-	-	-	-	10,75	15,05

\* Для ступенчатого режима подачи (макс. суточный объем 140 м<sup>3</sup>).

Примем  $a_{\max} = 1,4$  (п. 2.2),  $b_{\max} = 2,5$  (из [1]) и определим максимальный коэффициент часовой неравномерности водопотребления  $K_{\text{ч}}$ :

$$K_{\text{ч,max}} = a_{\max} b_{\max} = 1,4 \times 2,5 = 3,5.$$

Вычисляем расход воды на поливку посадок на приусадебных участках (табл. 1, вар. 2) из расчета  $10 \text{ л/м}^2$  [1]:

$$Q_{\text{сут,x}} = 100000 \text{ м}^2 \times 0,5 \times 10 \text{ л/(м}^2\text{-сут)} = 500000 \text{ л/сут.} = 500 \text{ м}^3\text{/сут.}$$

Поскольку достоверно неизвестно, какова площадь сельскохозяйственных посадок, СНиП [1] предлагает удельное среднесуточное за поливочный сезон потребление воды на поливку в расчете на одного жителя принимать  $50\text{--}90 \text{ л/сут.}$  (табл. 1, вар. 1):

$$90 \text{ л/сут.} \times 500 \text{ человек} = 45000 \text{ л/сут.} = 45 \text{ м}^3\text{/сут.}$$

В общем-то, цифры получились примерно одинаковыми. В табл. 1 приведены расчеты для обоих вариантов, в статье опишем вариант 1.

Суммарный суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения составит:

$$Q_{\text{сут,max}} = Q_{\text{сут,m}} K_{\text{сут}} + Q_{\text{сут,x}} = 75 \times 1,2 + 45 = 135 \text{ м}^3\text{/сут.,}$$

где  $K_{\text{сут}}$  — коэффициент суточной неравномерности водопотребления, при-

### Расчет высоты, на которой должна располагаться нижняя точка бака, выполняется после определения всех гидравлических потерь на пути от емкости до диктующей точки

нимаемый  $1,1\text{--}1,3$  по [1]. Определяем расчетный часовой расход воды,  $\text{м}^3\text{/ч}$ :

$$q_{\text{ч,max}} = \frac{Q_{\text{сут,max}} K_{\text{ч,max}}}{24} = \frac{135 \times 3,5}{24} = 19,69.$$

Теперь воспользуемся таблицей расходов населенного пункта (табл. 2). Существует два способа занесения данных — в процентном от суточного расхода и в абсолютном виде. Процентный способ удобнее при проведении теоретических, идеальных вычислений, абсолютные же значения дают моментальное наглядное представление о происходящем в водопроводной сети, сюда можно занести реальные цифры из каталогов производителя подающего насоса, башни и т.д.

В первых двух колонках приведена статистическая информация о потребностях населения в воде. Мы видим два

пика, приходящиеся на утренние и вечерние часы, соответствующие, по-видимому, времени поливки. Предположим, что насосная станция имеет равномерный режим подачи воды, подавая за час  $4,17\%$  суточного расхода, что в нашем случае составляет  $7,083 \text{ м}^3\text{/ч}$ . Эта информация занесена в колонку 3. Колонки 4 и 5 показывают, как в этой ситуации будет происходить наполнение и опорожнение системы. Они вычисляются вычитанием, соответственно, потребления системы из подачи насоса и наоборот.

Колонка 6 получается путем прибавлением данных о поступлении воды в башню (колонка 4) к предыдущему значению остатка за прошлый час. Для этого теоретически надо выбрать час, когда содержание воды в баке предполагается наименьшим, и отсчитывать от него. Наибольшая цифра в колонке 6 дает нам требуемый минимальный регулирующий объем бака.

С первого раза бывает довольно трудно угадать этот час, тем более, что при замене данных о насосе экстремумы сменяются (сравните табл. 2 и 3). Поэтому на практике за ноль обычно принимаю последний час. В этом случае некоторые значения в таблице принимают отрицательные значения. Регулирующий объем тогда вычисляется сложением модулей наибольшего положительного и отрицательного чисел (часы 5–6 и 21–22):

$$V_{\text{пер1}} = |25,68| + |-5,83| = 31,51 \text{ м}^3.$$

Если вычисления производились как %, то необходимо полученное число  $V_{\text{пер}}$  умножить на суммарный суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения  $Q_{\text{сут,max}}$ :

$$V_{\text{пер1}} = 135 \times 23,34\% = 31,51 \text{ м}^3.$$

Теперь рассмотрим неравномерный, т.н. «ступенчатый» режим работы башни с несколькими насосами. Возьмем, предположим, три агрегата, каждый из которых обеспечивает 2% от суточного объема подачи или  $0,68 \text{ м}^3\text{/ч}$ . Рассчитаем периоды активации в соответствии максимальным приближением графика насосов к гистограмме потребления. Наиболее наглядно разница между одним и несколькими насосами видна на рис. 2. Результаты приведены в табл. 3. Расчетный регулирующий объем при эксплуатации системы в ступенчатом режиме составит (часы 4–5 и 9–10):

$$V_{\text{пер2}} = |9,45| + |-5,06| = 14,51 \text{ м}^3\text{/ч},$$

что, как оказывается, вдвое меньше первоначального результата.

Расчет показывает, что использование даже простейшего графика ступенчатой работы насосов позволяет значительно уменьшить регулирующий объем бака.

#### Характеристики стальной водонапорной башни Рожновского ВБР-15-9

табл. 6

Тип		ВБР-15-9
Бак	объем $V$ , $\text{м}^3$	15
	диаметр $D$ , мм	2600
Опора	диаметр $D$ , мм	1020
	высота $H$ , м	9
Полезная вместимость, $\text{м}^3$		22

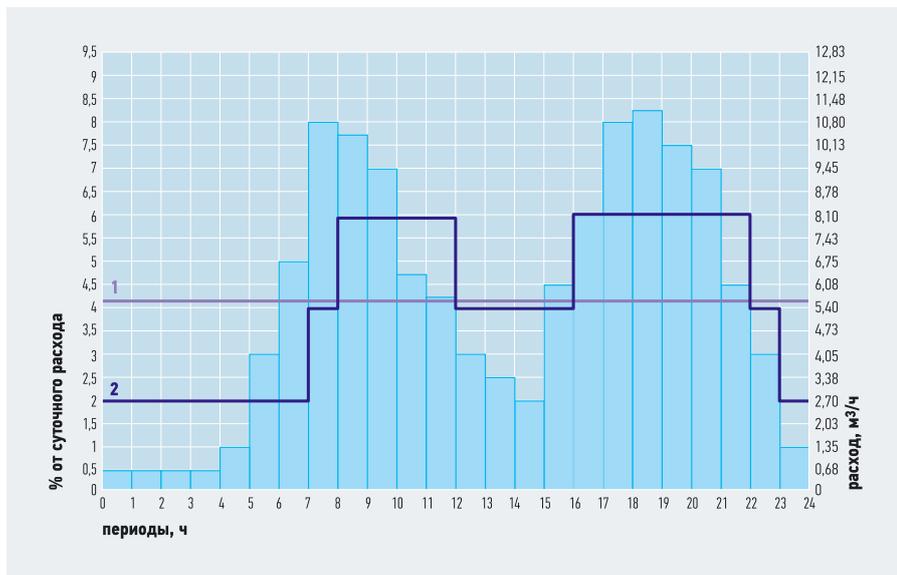


Рис. 2. Графики эксплуатации системы водоснабжения в непрерывном и ступенчатом режиме, наложенные на гистограмму суточного водопотребления населенного пункта (1 — непрерывный режим; 2 — ступенчатый режим)

Особенно увлекаться здесь все же не стоит, т.к. бесконечно уменьшить объем регулирующей емкости не получится. При сокращении регулируемого объема возрастает число включений насоса, которое ограничено по ГОСТ тремя включениями в час.

В башне всегда должен присутствовать неприкосновенный запас  $V_{нз}$  на случай пожара. Пожарный объем воды в баке должен обеспечивать, согласно п. 2.16 [1], десятиминутную продолжительность тушения одного внутреннего пожара при одновременном наибольшем расходе на другие нужды. Если предположить, что пожар произойдет во время наибольшего водопотребления, то на этот период в напорно-регулирующей емкости должно находиться:

$$\begin{aligned} V_{нз} &= \frac{V_{\text{пож}} t_{\text{пож}}}{1000} + q_{\text{ч.макс}} t_{\text{пож}} = \\ &= \frac{5 \times 600}{1000} + 19,69 \times \frac{10}{60} = \\ &= 3 + 3,28 = 6,28 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

Таким образом, суммарный объем башни должен составлять:

$$\begin{aligned} V_1 &= V_{нз} + V_{\text{рег1}} = 6,28 + 31,51 = \\ &= 37,79 \text{ м}^3 \text{ при равномерной подаче} \\ \text{и } V_2 &= V_{нз} + V_{\text{рег2}} = 6,28 + 14,51 = \\ &= 20,79 \text{ м}^3 \text{ при ступенчатой подаче.} \end{aligned}$$

Аналогичные расчеты приведены для варианта, когда расход воды на поливку выбирается исходя из площади посадок на приусадебных участках (табл. 4 и 5).

Следует также упомянуть, что при отсутствии графиков поступления и отбора воды СНиП [1] дает возможность вычисления регулирующего объема воды  $W_p$  [м<sup>3</sup>], в емкостях (резервуарах, баках водонапорных башен, контррезервуарах и др.) по формуле:

$$W_p = Q_{\text{сут.макс}} \left[ \frac{1 - K_n + (K_{\text{ч}} - 1) \times \left( \frac{K_n}{K_{\text{ч}}} \right)^{\frac{K_{\text{ч}}}{K_{\text{ч}} - 1}}}{\left( \frac{K_n}{K_{\text{ч}}} \right)^{\frac{K_{\text{ч}}}{K_{\text{ч}} - 1}}} \right],$$

где  $Q_{\text{сут.макс}}$  — расход воды в сутки максимального водопотребления, м<sup>3</sup>/сут.;  $K_n$  — отношение максимальной часовой подачи воды в регулирующую емкость при станциях водоподготовки, насосных станциях или в сеть водопровода с регулирующей емкостью к среднему часовому расходу в сутки максимального водопотребления;  $K_{\text{ч}}$  — коэффициент часовой неравномерности отбора воды из регулирующей емкости или сети водопровода с регулирующей емкостью, определяемый как отношение максимального часового отбора к среднему часовому расходу в сутки максимального водопотребления.



### Расчет высоты опоры

Какая бы разновидность напорно-регулирующей емкости ни была выбрана, расчет высоты, на которой должна располагаться нижняя точка бака, одинаков и выполняется после определения всех гидравлических потерь на пути от емкости до диктующей точки — водоразборного крана, расположенного в наиболее неблагоприятных условиях как в отношении геодезических отметок (высокие геодезические отметки), так и в отношении удаленности от источника.

Для определения высоты башни используется формула:

$$H = K_{\text{мс}} h_{\text{сети}} + (Z_{\text{дт}} - Z_6) + H_{\text{св}},$$

где  $K_{\text{мс}}$  — коэффициент, учитывающий потери напора на местные сопротивления;  $h_{\text{сети}}$  — максимальные потери напора в водопроводной сети при работе в обычном режиме [м], вычисляются в соответствии с длиной и диаметром трубопроводов;  $H_{\text{св}}$  — свободный (минимально допустимый) напор в диктующей точке [м], определяется как:

$$H_{\text{св.мин}} = 10 + 4(n - 1),$$

при нашей двухэтажной застройке ( $n = 2$ ) свободный напор равен 14 м;  $Z_{\text{дт}}$  и  $Z_6$  — отметки высот в диктующей точке и в месте установки башни, м.

Проблеме определения диктующей точки и потерь напора будет посвящена одна из наших следующих статей, здесь же приведем лишь конечный результат (табл. 1). Итак, расчетная высота колонны в башне получается:

$$\begin{aligned} H &= K_{\text{мс}} h_{\text{сети}} + (Z_{\text{дт}} - Z_6) + H_{\text{св}} = \\ &= 1,05 \times 0,80 + (35 - 41) + 14 = 8,84 \text{ м.} \end{aligned}$$

### Подбор подходящей башни

И объем резервуара, и высота опоры у нас получились не слишком впечатляющими, поэтому воспользуемся типовым проектом. Предположим, что по эконо-

мическим соображениям было принято решение в пользу именно водонапорной башни. В качестве быстрого и недорогого решения могут послужить унифицированные стальные водонапорные башни системы Рожновского с емкостью баков 15, 25, 50 м<sup>3</sup> и цилиндрическими опорами высотой 9, 12, 15, 18 м, заполняемыми дополнительными запасами воды.

В соответствии с выполненными нами выше расчетами требуемый объем  $V_2$  составляет 20,79 м, требуемая высота — 8,84 м. Под эти данные подходит вариант ВБР-15-9 (табл. 6). Регулирующий объем будет располагаться в баке, а противопожарный — в дополнительном пространстве опоры. В заключении отметим, что расчеты не обязательно выполнять вручную. Их можно автоматизировать, используя программное обеспечение. ●

1. СНиП 2.04.02-84\*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
2. СНиП 2.04.01-85\*. Внутренний водопровод и канализация зданий.
3. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. Учебн. для ВУЗов. Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1974.
4. Водоснабжение и канализация города. Интернет-сайт bestreferat.ru.
5. Гришин А.П. Надежное водоснабжение дачных поселков. Автоматическая работа насоса на водонапорную башню // Насосы — новости рынка, №3(6)/2006.
6. Расчет систем противопожарного водоснабжения объекта. Интернет-сайт texttext.ru.
7. Описание водонапорной башни системы «Рожновского». Интернет-сайт www.polimer-snab.ru.
8. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений, Т. 1. — М.: Изд-во АСВ, 2003.
9. Морозов В.И. Инженерные сети и оборудование. Водоснабжение населенного пункта: Учебн.-метод. пособие. — СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003.
10. Башенная система водоснабжения дома. Автоматическая работа насоса на водонапорную башню. Интернет-сайт www.prommaterials.narod.ru.
11. Миклашевский Н.В., Королькова С.В. Чистая вода. Системы очистки и бытовые фильтры. — СПб.: ВHV Санкт-Петербург, «Арлит», 2000.
12. Водонапорные башни. www.novostrojka.ru.
13. Напоры в системах водоснабжения. Интернет-сайт www.taiscom.ru.

## Водоподготовка для коттеджных поселков

Номенклатура и технические характеристики водоочистного оборудования у разных поставщиков примерно одинаковы и информация о них общедоступна. В связи с этим возникает иллюзия, что достаточно изучить каталоги — и систему водоочистки можно собрать из типовых установок, как из кубиков.

Задача водоподготовки для коттеджных поселков является частью общей задачи хозяйственно-питьевого водоснабжения и решается при помощи известных методов. Три главных отличия здесь таковы.

**1.** Система водоочистки в коттеджном поселке может быть в значительной степени децентрализованной, что придает ей большую гибкость и позволяет легко преодолевать многие проблемы, трудноразрешимые для муниципальных систем. Например, удаление  $Fe^{2+}$  проводится на общей станции, при этом дальнейшая обработка переносится непосредственно в коттеджи. Для водогрейных котлов устанавливаются малогабаритные системы умягчения, а для получения питьевой воды монтируются миниатюрные установки обратного осмоса. Последние позволяют проводить очистку от элементов, вредных для питья (бор, аммиак, нитраты, фтор, тяжелые металлы и т.д.), но не оказывающих никакого воздействия при хозяйственном применении воды. Многие владельцы коттеджей предпочитают иметь собственную скважину и систему водоочистки, поскольку это дает им полную независимость.

**2.** Водопотребление в коттеджном поселке отличается крайней неравномерностью в посуточно, еженедельно и посезонно. В выходные дни теплого времени года водопотребление бывает очень большим, а зимой в течение долгих периодов оно может вообще отсутствовать. Оптимальная производительность всей совокупности систем водоподготовки целого поселка (центральная станция плюс индивидуальные установки) определяется в каждом конкретном случае с учетом множества факторов, причем обычные методики расчета не действуют, а более надежным руководством является опыт технологов.

**3.** В условиях коттеджного поселка крайне трудно найти квалифицированный персонал для постоянного обслуживания системы водоподготовки, поэтому все оборудование должно быть очень надежным, простым и полностью автоматизированным.

### Выбор оптимальной схемы водоочистки

Источники водоснабжения подразделяются на две основные группы: подземные и поверхностные. В подавляющем большинстве случаев технология очистки поверхностных вод существенно сложнее, чем подземных. Это, во-первых, серьезное реагентное хозяйство, справиться с которым может только достаточно квалифицированный обслуживающий персонал. Во-вторых, осветлительное фильтрование поверхностных вод проводится при значительно более низких скоростях, что обуславливает применение фильтров большого размера и стоимости. Могут возникать проблемы с микробиологическим

загрязнением (особенно угольных фильтров при низком водоразборе) и др. Поэтому, как правило, для водоснабжения коттеджных поселков подземные источники предпочтительнее поверхностных. Исключение составляют те регионы, где подземная вода имеет повышенную минерализацию. Например, в Ростовской области, в Среднем и Нижнем Поволжье очень часто встречаются подземные воды, содержащие 2–3 г/л солей и более (норма — до 1 г/л). Единственным методом, позволяющим довести такие воды до хозяйственно-питьевого качества, является обратный осмос, который сам по себе требует хорошей предварительной очистки воды, вследствие чего система получается чрезвычайно дорогой и более выгодным становится использование поверхностного источника.

### Многие владельцы коттеджей предпочитают иметь собственную скважину и систему водоочистки, поскольку это дает им полную независимость

Разрабатывая технологическую схему водоподготовки, задачу необходимо решать в комплексе, в каждом конкретном случае оптимизируя уровень централизации и увязывая между собой собственно очистку воды, защиту сетей и водоотведение.

Как правило, наружная разводка в коттеджном поселке выполняется из стальных труб, внутренняя — из пластиковых. Стальные трубы для внутренней разводки применять не следует, т.к. при отсутствии водоразбора они очень быстро проржавеют. Для нового коттеджного поселка лучше всего сразу предусматривать наружную разводку из пластиковых труб, что раз и навсегда снимет проблему коррозии сетей, которая иногда сводит на нет все усилия по централизованному обезжелезиванию воды.

При наличии в исходной воде взвесей или железа в высоких концентрациях для защиты наружных сетей от забивания необходимо осуществлять централизованное осветление/обезжелезивание. Кроме того, должна проводиться стабилизационная обработка воды, необходимость которой оценивается по результатам технологических изысканий или по величине индекса Ланжелье. Если существует опасность зарастания труб карбонатом кальция, то нужно частично умягчать воды или дозировать ингибитор осадкообразования. При высокой коррозионной активности воды (только для сетей из стальных труб) необходимо поднимать  $pH$  воды дозированием щелочных реагентов, отдувкой агрессивной уголекислоты или фильтрованием через известняковые породы либо дозировать

ингибитор коррозии. Все остальные задачи (обезжелезивание для защиты сантехники от ржавчины, умягчение воды для ГВС и отопительной системы, доочистка небольшого количества воды для питья на миниатюрной установке обратного осмоса и др.) можно и нужно решать на локальных установках.

Относительно производительности центральной станции наиболее экономичным является вариант с использованием большого резервуара чистой воды, позволяющий сгладить неравномерности водопотребления и работающий со среднесуточной производительностью. Предпочтительнее установка РЧВ на водонапорной башне, поскольку при этом не нужны насосы второго подъема и насосы для промывки фильтров. Если используется заглубленный РЧВ, то насосная станция второго подъема должна иметь частотное регулирование, так как подача может колебаться в пределах от 200 л/ч, когда во всем поселке открыт один кран, до десятков кубов в час, когда включены все души и заполняются все бассейны. Самый невыгодный вариант — это работа непосредственно на сеть, при котором система рассчитывается на пиковую производительность (или на дебет скважины).

Локальные установки рассчитываются на пиковое водопотребление исходя из максимально возможного (но реального) количества открытых точек водоразбора. Чаще всего в коттедже проживает от трех до шести человек, суточное водопотребление которых не превышает 0,5–1,5 м<sup>3</sup>, здесь уже необходима установка производительностью 1–2 м<sup>3</sup>.

Очень часто в коттеджных поселках отсутствует централизованная система водоотведения, поэтому при проектировании станции во-

## По производительности центральной станции наиболее экономичным является вариант с использованием большого резервуара чистой воды

доочистки необходимо решать вопрос сброса промывных вод. Во многих случаях эта проблема оказывается непреодолимой не только по техническим причинам, но также из-за сложностей с получением необходимых согласований. Тогда единственным выходом становится полная децентрализация водоочистки. В коттеджах сточные воды сбрасывают в ямы для откачки ассенизационными машинами либо в локальные системы очистки с биосептиками. Наличие биосептика накладывает ограничения на технологию водоочистки из-за используемых реагентов (например, перманганат калия при регенерации установок обезжелезивания), которые, попадая в септик, вызывают гибель активного ила.

### Методы водоочистки и оборудование

Система водоочистки, как отмечалось ранее, должна создаваться на основе полностью автоматического оборудования, чтобы минимизировать количество обслуживающего персонала и устранить человеческий фактор.

**Фильтры грубой очистки.** На первой ступени в любых системах водоподготовки применяются фильтры грубой очистки для удаления крупных механических примесей и защиты блоков управления фильтров. Для индивидуальной установки достаточно простого сантехнического грязесборника. Большой популярностью пользуются сетчатые фильтры

с устройствами автоматической промывки, не требующие никакого обслуживания, но при большом содержании в исходной воде железа сетки могут быстро зарастать ржавчиной.

**Системы аэрации.** Для аэрации обычно применяются миниатюрные малошумные компрессоры, например, Air Pump 2, включающиеся по сигналу датчиков потока. В малогабаритных установках часто вместо компрессора применяется воздушный эжектор, но он работает только в определенном диапазоне производительности, поэтому при низком водоразборе эффективность обезжелезивания может резко упасть. Кроме того, эжектор сильно снижает напор воды.

При большом содержании в воде железа желательно перед фильтрами устанавливать аэрационную колонну, а при наличии сероводорода (а также метана или больших количеств уголекислоты) — открытую емкость с изливом воды в пленочном режиме или через эжектор. Применение аэрации одновременно с дозированием окислителя (в случаях, описанных в таблице) несколько усложняет и удорожает систему, но позволяет резко снизить расход реагента и почти всегда предотвратить его пропуск в фильтрат, так как дозы оказываются в несколько раз ниже стехиометрических.

**Напорные фильтры с зернистой загрузкой.** Почти все системы водоочистки строятся на основе напорных фильтров с той или иной зернистой загрузкой. В зависимости от вида загрузки они выполняют задачи удаления из воды взвешенных частиц, железа, марганца, органических соединений, катионов жесткости и др. При подборе осветлительных и сорбционных фильтров нужно руководствоваться линейной скоростью фильтрования через сечение корпуса, которая определяется технологией водоочистки и в рабочем режиме не должна превышать значений, приведенных выше, что бы ни было написано в каталогах поставщиков. Фильтры умягчения в обязательном порядке должны рассчитываться исходя из конкретного состава воды и требуемого фильтрационного цикла.

В России выпускаются стальные корпуса фильтров (ФОВ) с большим шагом по диаметру, вследствие чего подобрать фильтры оптимального размера бывает трудно. Импортные корпуса представлены огромным многообразием пластиковых и стальных моделей. Пластиковые корпуса (Ø8–79") чаще всего изготавливаются из полиэтилена с наружной оплеткой из стеклопластика. Они имеют привлекательный внешний вид и абсолютную коррозионную стойкость. Недостаток — хрупкость при ударах, особенно на морозе. Стальные корпуса (400–3400 мм) выпускаются с наружным и внутренним цинковым покрытием либо с эпоксидным покрытием (начиная с диаметра 1000 мм).



www.freevalpaper.com

Недостаток оцинкованных корпусов — коррозия при контакте с активированным углем (в сорбционных фильтрах) и с раствором поваренной соли (в фильтрах умягчения). Фильтры с эпоксидным покрытием этого недостатка лишены. Выпускаются также корпуса небольших диаметров из нержавеющей стали.

Задача автоматизации напорных фильтров решается с помощью блоков управления, полностью заменяющих обычную обвязку из ручных кранов и позволяющих выводить фильтры на промывку (регенерацию) без участия обслуживающего персонала.

### Наиболее эффективной сорбционной загрузкой был и остается кокосовый активированный уголь, известным недостатком которого является то, что при застое воды на нем быстро развиваются разнообразные микроорганизмы

Ионообменные блоки отличаются от блоков для обычных фильтров наличием встроенного инжектора солевого раствора. Блоки управления подбираются по пропускной способности при фильтровании и обратной промывке, ионообменные блоки — также по производительности инжектора. На фильтрах больших размеров устанавливаются дисковые поворотные затворы с пневмо- или электроприводами. Вся подобная система управляется контроллером.

**Загрузки.** Зернистые загрузки подразделяются на инертные, каталитические, сорбционные и ионообменные. Наиболее распространенная и дешевая инертная загрузка — кварцевый песок. Очень эффективна загрузка Filter AG (FAG), требующая, помимо всего прочего, минимальной подачи воды на обратную промывку. При обезжелезивании инертные загрузки начинают «работать» не сразу, а по прошествии некоторого времени (до нескольких суток), в течение которого происходит их «зарядка». Такого недостатка лишены так называемые каталитические загрузки, среди которых наиболее распространены материалы Birm, Aqua Mandix (AMDX), Greensand, MTM. Это природные или искусственные материалы, имеющие в своем составе оксиды марганца. Важное преимущество каталитических загрузок — возможность эффективной работы при меньшей, чем у инертных загрузок, высоте слоя (от 75 см), что позволяет использовать низкие фильтры.

Интересная разновидность технологии обезжелезивания и деманганации основана на использовании материалов MTM и Greensand, «заряжаемых» перманганатом калия, при контакте с которым на поверхности

частиц образуется слой высших оксидов марганца, участвующих далее в реакциях окисления. Установки по аппаратурному оформлению аналогичны установкам умягчения.

В тех случаях, когда требуется одновременное обезжелезивание и умягчение воды из подземных источников, очень эффективно применение синтетического цеолита Crystal-Right. Материал Crystal-Right является катионообменником и, в отличие от обычных катионообменных смол, способен удалять из воды не только катионы жесткости, но также  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  и аммиак без предварительной азрации или введения окислителей. Регенерация материала проводится раствором поваренной соли, как в обычных установках умягчения.

Для повышения pH воды в целях предотвращения коррозии стальных труб и перед обезжелезиванием применяется материал Aqua Jugaperle (гранулированный кальцит). Эта загрузка обладает хорошими обезжелезивающими свойствами. Недостатки: повышается жесткость воды, загрузка постепенно растворяется и требуется ее регулярная досыпка. Но наиболее эффективной сорбционной загрузкой был и остается кокосовый активированный уголь, обладающий высокой сорбционной емкостью и стойкостью к истиранию. Известный недостаток угля состоит в том, что при застое воды на нем быстро развиваются разнообразные микроорганизмы.

Из синтетических ионообменных материалов для «коттеджной» водоочистки применяются почти исключительно сильноокислотные катиониты в натриевой форме (в установках умягчения). Для очистки поверхностной воды от гуминовых и фульвокислот, обуславливающих ее цветность, могут применяться сильноосновные аниониты, регенерируемые щелочными растворами.

**Мембранные методы очистки.** Мембранные методы водоочистки — обратный осмос и нанофильтрация — находят все более широкое применение в системах водоподготовки для коттеджных поселков. Мембранные установки сравнительно дороги, требуют хорошей предварительной очистки воды (не более 0,1 мг/л железа и сильных окислителей, коллоидный индекс не более 4 и др.) и грамотного обслуживания. Поэтому они применяются только в тех случаях, когда другие методы оказываются неэффективными. Например, обратный осмос следует всегда применять для частичного обессоливания излишне минерализованной воды, для удаления бора, кремния, нитратов и др., а нанофильтрацию — для умягчения воды с очень большой жесткостью вместо натрий-катионирования.

В последнее время развивается метод ультрафильтрации, позволяющий удалять из воды взвеси, коллоиды, цветность, но пока эти установки стоят в несколько раз дороже установок обратного осмоса и нанофильтрации.

**Реагентная обработка.** Эффективность реагентной обработки воды и, следовательно, качество очистки напрямую зависят от правильного выбора и надежной работы дозирующей техники, под которой подразумеваются насосы-дозаторы, контроллеры и первичные приборы. В системах водоочистки для коттеджей и коттеджных поселков следует применять наиболее простой и надежный алгоритм управления дозированием: пропорционально расходу воды по сигналу расходомера с импульсным выходом. При дозировании гипохлорита натрия может дополнительно осуществляться контроль содержания активного хлора, при этом задается некоторая пороговая концентрация активного хлора в воде (скажем, 0,5 мг/л), при превышении которой контроллер отключает насос-дозатор.

**Обеззараживание.** Заключительной операцией водоподготовки для питьевых нужд является обеззараживание воды. Сейчас очень модно использование ультрафиолетовых установок. Они действительно обеспечивают высокий эффект обеззараживания и при этом не ухудшают органолептических свойств воды. Но эти установки имеют свой недостаток: отсутствие пролонгированного обеззараживающего действия. Поэтому при наличии резервуара чистой воды, УФ-лампы нужно ставить после него, а еще лучше — хлорировать воду в РЧВ по СНИП.

Хлорирование имеет еще одно преимущество: предотвращает развитие в стальных трубах колоний микроорганизмов. Среди последних обычны железобактерии, вызывающие интенсивную коррозию стали, и сульфатредуцирующие бактерии, живущие в симбиозе с железобактериями и вызывающие появление в воде сероводородного запаха. Вместе с тем УФ-лампы идеально подходят для индивидуальных установок водоочистки, тем более если вся разводка в коттедже выполнена из пластиковых труб.

### Выводы

Системы водоподготовки для коттеджных поселков имеют ряд важных особенностей в сравнении с муниципальными системами. Эти особенности не отражены в СНИП и в специальной литературе, и правильно учесть их могут только технологи с большим опытом работы в данной области. В каждом конкретном случае задачу необходимо решать в комплексе, оптимизируя уровень централизации и увязывая между собой технологию водоочистки, защиту сетей и водоотведение. Достоинством «коттеджных» систем является гибкость, позволяющая легко преодолевать проблемы, трудноразрешимые для муниципальных систем. ●

1. Савочкин А.Ю. Очистка подземных вод в нефтегазодобывающем регионе Тюменской области // Газовая промышленность, №8/2005.

## Запорная арматура для систем водоснабжения, отопления и канализации

### Дисковые поворотные затворы

ТЕКФЛАЙ (Ду 40 - 300 / Ру 16)

ТЕКЛАРЖ (Ду 350 - 1200 / Ру 10)

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



### Шиберные ножевые задвижки

Стандартное исполнение от Ду 50 до Ду 1500

VG 3400 корпус из чугуна

VG 6400 корпус из нержавеющей стали

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



### Обратные клапаны



#### Шаровые обратные клапаны

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

#### Обратные одностворчатые и двухстворчатые клапаны

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

### Задвижки с обрешиненным клином

Стандартное применение: водоснабжение, пожаротушение...



### Мембранные вентили

Прямой проход / дугобразный проход

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



### Воздушные сбросные клапаны и разборные соединения





## Доочистка сточных вод

Проблема охраны окружающей среды от загрязнений является одной из важнейших экологических и социальных задач, решение которой в первую очередь направлено на охрану здоровья нынешнего и будущих поколений, а также на обеспечение воспроизводства и рационального использования ресурсов. Статья 3 Федерального закона «Об охране окружающей среды» подчеркивает, что «...охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов является необходимым условием обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности...».

Экологические нормативы, действующие на территории Российской Федерации, диктуют очень жесткие требования к качеству сбрасываемых в водоемы сточных вод [1]. Допустимые концентрации загрязняющих веществ, во многих случаях, устанавливаются на уровне ПДК для водоемов рыбохозяйственной категории водопользования. Обеспечение соответствующей глубины очистки сточных вод требует применения новых высокоэффективных технологий и оборудования. Для очистки сточных вод до нормативных требований фирмой «Креал» разработаны и реализованы в промышленном масштабе технические решения по реконструкции существующих очистных сооружений.

Нормативная очистка сточных вод от взвешенных веществ требует их доочистки на фильтрах с зернистой загрузкой. Для стоков, прошедших биологическую очистку, хорошие результаты дает применение фильтров с плавающей загрузкой (ФПЗ). В сравнении с песчаными фильтрами, ФПЗ устойчиво работают в условиях значительных колебаний концентрации взвешенных веществ в поступающей на фильтрацию сточной воде.

Строительство отдельной фильтровальной станции для доочистки сточных вод сопряжено с большими капитальными вложениями и влечет за собой существенные эксплуатационные затраты. Значительное сокращение затрат может дать совмещение процессов осветления и фильтрации сточной воды в одном сооружении типа отстойник-фильтр. Такое техническое решение разработано, запатентовано и успешно реализовано в промышленном масштабе нашей фирмой.

Разработка комбинированного сооружения типа отстойник-фильтр выполнялась в несколько этапов. В сентябре 2002 г. на Центральной станции аэрации города Санкт-Петербурга произведены испытания фильтра с плавающей загрузкой, разработанного нами, в задачи испытаний входил выбор материала загрузки, размера гранул, высоты слоя загрузки, скорости фильтрации, отработка режима промывки, определение грязеемкости и длительности фильтроцикла.

В процессе испытаний на фильтр подавалась биоочищенная сточная вода из лотка

осветленной воды вторичного отстойника второй очереди очистных сооружений. Для повышения концентрации взвешенных веществ к поступающим на фильтрацию стокам периодически добавляли активный ил из канала активного ила вторичных отстойников второй очереди.

Измерение расхода сточной воды на входе и выходе фильтра производили объемным методом — по времени заполнения емкости объемом 10 л. Потери напора воды в загрузке фильтра определяли прямым измерением уровней воды после выравнивания входного и выходного потоков сточной воды.

### Экологические нормативы, действующие на территории Российской Федерации, диктуют очень жесткие требования к качеству сбрасываемых в водоемы сточных вод

Определение концентрации взвешенных веществ в пробах, отбираемых на входе фильтра, выходе фильтра и в потоке грязной промывной воды (ГПВ) производилось стандартным методом в аккредитованной лаборатории.

При расчете массы взвешенных веществ, задержанных загрузкой фильтра, использовались данные аккредитованной лаборатории по содержанию взвешенных веществ в биоочищенной сточной воде (выход вторичных отстойников) и концентрации возвратного ила на второй очереди очистных сооружений. Полученные результаты приведены в табл. 1–2.

Безнапорный режим фильтрации (потери напора  $\Delta H_{\text{ф}} < 0,4$  м вод. ст.) устойчиво сохраняется до массы накопленных в загрузке взвешенных веществ  $5 \text{ кг/м}^3$  нас. об. загр. при скорости фильтрации  $6,25 \text{ м/ч}$  (согласно табл. 1).

При скорости фильтрации  $10 \text{ м/ч}$  предельное накопление взвешенных веществ в загрузке, отвечающее потерям напора  $0,35–0,4$  м вод. ст., составляет  $3 \text{ кг/м}^3$  нас. об. загр. (согласно опять же табл. 1).

Автор: Е. КРЮЧИХИН, А. НИКОЛАЕВ, ЗАО «Креал» (Санкт-Петербург)

Зависимость потерь напора (времени фильтрации) в фильтре от массы задержанных взвешенных веществ, содержащей хлопьевидные органические частицы, в частности хлопья активного ила, имеет нелинейный характер, что типично для фильтрации через зернистую загрузку суспензии. Вместе с тем, особенностью испытанной загрузки является сохранение потерь напора на постоянном (минимальном) уровне вплоть до содержания задержанных взвешенных веществ 2 кг/м<sup>3</sup> нас. об. загр. с последующим резким возрастанием потерь напора по линейному закону.



### Нормативная очистка сточных вод от взвешенных веществ требует их доочистки на фильтрах с зернистой загрузкой

Указанная закономерность, наиболее вероятно, является следствием первоначально равномерного распределения взвеси по высоте загрузки фильтра (без изменения потерь напора) с последующим концентрированием взвешенных веществ преимущественно в нижнем слое загрузки (наблюдала визуально через смотровое окно фильтра), что сопровождалось возрастанием потерь напора.

Эффект очистки от взвешенных веществ (хлопьев активного ила) сохранялся на вы-

соком уровне в течение всех фильтроциклов во всем рабочем диапазоне скорости фильтрации и составил (табл. 2):

- свыше 80 % при входной концентрации взвешенных веществ — более 35 мг/л;
- свыше 70 % при входной концентрации взвешенных веществ — от 20 до 35 мг/л.

Водовоздушная промывка загрузки фильтра (в течение 4 мин.) обеспечивает ее полную регенерацию с восстановлением первоначальных потерь напора воды при фильтрации. Были отработаны режимы промывки с приведением загрузки в псевдооживлен-

ное состояние с помощью газлифтных потоков. На этой основе разработана технология промывки фильтра осветленной водой непосредственно в проточной зоне отстойника.

По результатам испытаний была разработана конструкция отстойника-фильтра, и в октябре 2002 г. произведена реконструкция вторичного отстойника №2 на ОАО «Соликамскбумпром».

В отличие от установок, разработанных ЦНИИЭП «Установка по доочистке сточных вод на песчаных фильтрах» [2], фильтр с плавающей загрузкой, работающий в режиме

:: Зависимость потерь напора в загрузке фильтра ΔH<sub>ф</sub> от массы задержанных взвешенных веществ M с начала фильтроцикла табл. 1

Фильтроцикл	M, кг а.с.в.	M <sub>уд</sub> , кг/м <sup>3</sup> нас. об. загр.	ΔH <sub>ф</sub> , см вод. ст.
1	2	3	4
3	0,69	2,38	0,13
	0,72	2,48	0,12
	0,79	2,72	0,12
	0,84	2,90	0,14
	0,87	3,00	0,15
	0,88	3,03	0,17
4	0,10	0,34	0,04
	0,15	0,52	0,06
	0,18	0,62	0,05
	0,19	0,65	0,06
	0,20	0,69	0,06
	0,33	1,14	0,05
	0,37	1,28	0,06
	0,40	1,38	0,06
	0,41	1,41	0,05
	0,47	1,62	0,04
	0,61	2,10	0,04
	0,62	2,14	0,09
	0,68	2,34	0,08
	0,73	2,52	0,12

Фильтроцикл	M, кг а.с.в.	M <sub>уд</sub> , кг/м <sup>3</sup> нас. об. загр.	ΔH <sub>ф</sub> , см вод. ст.	
1	2	3	4	
4	0,78	2,68	0,14	
	0,81	2,79	0,15	
	0,82	2,83	0,17	
	0,84	2,90	0,19	
	0,89	3,07	0,20	
	0,94	3,24	0,21	
	0,98	3,38	0,18	
	1,20	4,14	0,19	
	5	0,0032	0,01	0,02
		0,074	0,26	0,06
0,41		1,41	0,05	
0,51		1,76	0,05	
0,64		2,21	0,05	
0,68		2,34	0,08	
0,78		2,69	0,10	
0,82		2,83	0,11	
1,02		3,52	0,21	
1,07		3,69	0,22	
1,12		3,86	0,24	
1,17	4,03	0,26		

\* При расходе сточной воды 4 м<sup>3</sup>/ч (скорость фильтрации 6,25 м/ч). Примечание: 1) масса взвешенных веществ M, задержанных в загрузке фильтра, рассчитана по данным табл. 1 с использованием формул:  $M = Q(C_{вх} - C_{вых})t$ ,  $C_{вх} = C_{св} + C_{ил} \exp(t/t)$ ,  $C_{ил} = V_{ил}X/V_{адф}$ ,  $t = V_{адф}/Q$ ,  $V_{адф} = A_{адф}H_{адф}$ ,  $F_{адф} = 1,04 \text{ м}^2$ ; 2) удельная масса задержанных в фильтре взвешенных веществ:  $M = M/V_{загр}$ , где  $V_{загр} = 0,29 \text{ м}^3$  — насыпной объем загрузки фильтра.

безнапорного фильтрования, размещен непосредственно в проточной зоне вторичного отстойника. Испытания показали, что такое решение дает дополнительный положительный эффект (в сравнении с очисткой суспензии или эмульсии последовательно в раздельных сооружениях осветления и фильтрования), который выражается в следующем:

- увеличивается эффективность очистки от взвешенных и эмульгированных веществ в сооружении осветления за счет повышения коэффициента использования объема проточной зоны и усреднения расхода воды через нее;
- увеличивается эффективность фильтрационной доочистки осветленной воды за счет предотвращения измельчения агрегативно неустойчивых взвесей и эмульсий, которое происходит при транспортировке осветленной воды из сооружения осветления в фильтр при очистке на раздельных сооружениях;



www.free-wallpaper.com

Зависимость эффективности очистки от входной концентрации взвешенных веществ табл. 2

Расход сточной воды через фильтр, м <sup>3</sup> /ч	Скорость фильтрования, м/ч	C <sub>вх</sub> , мг/л	C <sub>вых</sub> , мг/л	Эффект очистки, %
C <sub>вх</sub> > 35 мг/л				
5,6	8,75	38,3	7,5	80,4
4,8	7,5	54,4	4,7	91,4
4,0	6,25	57,9	1,7	97,1
4,0	6,25	83,8	16,1	80,8
2,3	3,59	67,6	3,4	95,0
20 мг/л < C <sub>вх</sub> < 35 мг/л				
5,2	8,13	24,2	9,9	59,1
4,0	6,25	23,9	6,7	72,0
4,0	6,25	26,8	5,9	78,0
4,0	6,25	28,1	3,9	86,2
C <sub>вх</sub> < 20 мг/л				
5,1	7,97	10,2	3,5	65,7
5,1	7,97	6,5	2,5	61,6
4,0	6,25	12,3	3,6	71,8
4,0	6,25	14,9	3,0	79,9
4,0	6,25	17,8	2,7	84,9

- сокращается общий объем очистного сооружения, количество трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры (существенно ниже затраты);
- упрощается схема промывки фильтра (меньше длительность промывки и затраты на автоматизацию);
- уменьшается объем грязной промывной воды.

Достигнутые показатели приведены в табл. 3. Технико-экономический анализ показал, что достижения аналогичного результата за счет строительства отдельной фильтровальной станции потребовало бы в 5–10 раз больше капитальных вложений и в 20 раз больше эксплуатационных затрат.

**Нормативная очистка сточных вод от взвешенных веществ требует их доочистки на фильтрах с зернистой загрузкой**

Результаты испытания фильтра с плавающей загрузкой\*

табл. 3

Дата	Время	Расход стоков, м <sup>3</sup> /ч	Расход возвратного ила, м <sup>3</sup> /ч	Расход иловой смеси, м <sup>3</sup> /ч	Ионизация взвешен. вещества, мг/л	Потери напора в загрузке фильтра, см	
22.10.02	10:00	1300	0	1300	–	1	
	11:00	1060	240	1300	–	1	
	12:00	700	240	940	–	1	
	13:00	700	240	940	6,5	1	
23.10.02	8:30	700	240	940	5,4	1,5–2	
	10:30	700	240	940	5,7	1,5–2	
	10:30–11:30	Промывка загрузки фильтров					
	11:30	700	240	940	–	1	
Дата	Концентрация иловой смеси, поступающей на вторичные отстойники, мг/л	Концентрация взвешенных веществ на выходе из вторичного отстойника №2, мг/л	Концентрация взвешенных на выходе из вторичных отстойников без фильтрующей загрузки, мг/л				
22.10.02	1900	6,5	42				
23.10.02	1900	5,4	35				

\* Во вторичном отстойнике №2 очистных сооружений ОАО «Соликамскбумпром».

Реконструкция всех пяти вторичных отстойников в отстойники-фильтры позволила надежно обеспечить норматив ПДС по сбросу взвешенных веществ. Двухлетняя эксплуатация отстойников-фильтров подтвердила высокую эффективность и надежность разработанной технологии.

В настоящее время разработанные конструкции отстойников-фильтров широко применяются ЗАО «Креал» и реализованы в серийно выпускаемых этой фирмой модульных установках очистки сточных вод типа БТФ. ●

1. СанПиН 2.1.5.980–00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
2. Разумовский Э.С., Медриш Г.Л., Казарян В.А. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов. — М.: Стройиздат, 1986.

Углеродистая сталь Geberit Mapress

■ GEBERIT

# Долой стресс, используй Мапресс!



**KNOW  
HOW  
INSTALLED**

Еще никогда выполнение прочных соединений не было таким быстрым, простым и надежным, как с пресс-фитинговой системой из углеродистой стали Geberit Mapress. Отрезать на необходимую длину, удалить заусенцы, установить фитинг, опрессовать – соединение готово! Благодаря широкому ассортименту, включающему в себя более 400 различных фасонных деталей и соответствующих труб системы Mapress, монтаж любой системы отопления можно выполнить в кратчайшие сроки. Запатентованное контурное уплотнительное кольцо и индикатор опрессовки обеспечивают дополнительную надежность при монтаже. Таким образом, неопрессованные соединения можно без затруднений заметить еще до выполнения испытания давлением. Зачем усложнять, если можно найти простое решение? Именно это мы подразумеваем под Know-How Installed.

## Конструктивные решения водоотведения

В статье рассмотрены два абсолютно разных объекта, для которых были проведены работы по проектированию и монтажу систем водоотведения. В том и в другом случае были подобраны варианты, позволившие добиться необходимого комфорта для конечного потребителя. Выбор системы водоотведения и ее проектирование должны учитывать все индивидуальные особенности объекта.

Организация водоотведения — одна из основных задач, решаемых при проектировании и строительстве жилых, производственных и служебных помещений. Неверно спроектированная система водоотведения способна нанести значительный ущерб не только комфорту потребителей, но и экологическому равновесию отдельно взятой территории. Сложность и стоимость систем водоотведения зависит в первую очередь от потребностей и финансовых возможностей инвестора. Естественно, для многоквартирного дома и частного коттеджа данные системы будут принципиально отличаться. Необходимо также учитывать все индивидуальные особенности объекта и прилегающей к нему территории.

### ЖК «Олимпийская деревня»

«Олимпийская деревня» — многофункциональный жилой комплекс, строящийся в Санкт-Петербурге на острове Крестовский. Этот остров хорошо известен жителям Санкт-Петербурга как лакомый кусочек для строителей элитной недвижимости. Особый «экологический» климат острова, заповедная зелень и пасторальные пейзажи, загородная тишь и близкое соседство с центром мегаполиса делают это место уникальным. В свое время здесь располагались имения Александра Меншикова, царевны Натальи Алексеевны, графа Разумовского, князей Белосельских-Белозерских. Здесь любили отдыхать члены императорской семьи и петербургской знати. Строящийся многофункциональный жилой комплекс состоит из: спортивного комплекса «Академия волейбола им. Платонова»; надземного закрытого гаража-стоянки; жилых комплексов ЖК1 и ЖК2; малоэтажных жилых комплексов (блоки «А» и «Б»).

Теплоснабжение комплекса осуществляется от трех собственных газовых котельных, две из которых крышные. Комплекс имеет два водомерных узла (один с вводами диаметром Ду 200 мм — на ЖК1, ЖК2, автостоянку, малоэтажные жилые комплексы, второй с вводами диаметром Ду 150 мм — на спортивный комплекс). Для каждого здания предусмотрена своя станция водоочистки. Сеть канализации насчитывает восемь выпусков хозяйственно-бытовой канализации, десять выпусков дождевой, три выпуска производственной канализации. В техническом задании были выбраны трубопроводы для всех систем водопровода и отопления из сшитого полиэтилена, материалом трубопроводов системы канализации — полипропилен.

Общая площадь объекта 10 тыс. м<sup>2</sup>; отметка пола — -5,000; высота — 2,600 м; количество машиномест — 350. На автостоянке находятся помещения: водомерных узлов; насосных станций; индивидуального теплового пункта спортивного комплекса; трансформаторной; ГРЩ автостоянки; вентиляционные

камеры; холодильного центра; тамбур-шлюзов; мусоросборных камер, а также другие вспомогательные помещения и коммерческие площади. Объем автостоянки разделен на три пожарных отсека. Особенность объекта — его расположение под всем пятном застройки. Благодаря этому перекрытие автостоянки является не только плитой между парковкой и техническими этажами жилых комплексов, но и дворовой территорией. На ней располагаются зоны проездов, пешеходные дорожки и зеленые насаждения.

В силу того что автостоянка заглублена, а существующие внутриквартальные сети канализации в районе строительства подходят близко к поверхности земли, возникла задача организации отвода от комплекса сточных вод. На автостоянке были спроектированы системы автоматического пожаротушения и противопожарного водопровода. Необходимо предусмотреть отвод воды, подающейся в случае срабатывания противопожарных систем.

**Система канализации автостоянки.** На автостоянке спроектированы следующие системы канализации: хозяйственно-бытовая, дождевая и производственная.

Хозяйственно-бытовая канализация необходима для отвода бытовых сточных вод от санитарно-технических приборов помещений охраны и коммерческих площадей, что в данном проекте осуществлено по закрытым самотечным трубопроводам. Трубопроводы располагаются под плитой автостоянки. Стоки собираются в помещении, где находится перекачивающая сточные воды установка.

В составе канализационной установки: сборный резервуар, насос с трехфазным двигателем и шкаф управления. Накопительный резервуар снабжен патрубками для подключения напорного и всасывающего трубопроводов, вентиляционной трубы и ручного мембранного насоса. Насос представляет собой одноступенчатый агрегат погружного типа и оборудован чугунным рабочим колесом, не забивающимся грязью в процессе работы. Система управления объединяет в себе все компоненты: контакты, пульт управления со светодиодами системы световой сигнализации рабочих режимов и рабочего уровня на приеме, которые инициируются непосредственно сигналом от датчиков сигнализации сборного резервуара, поступающим по кабелю. Выпуск хозяйственно-бытовой канализации оборудован колодцем — гасителем напора. Вентиляция осуществляется посредством вакуумных канализационных клапанов.

Трапы в помещениях вентиляционных и мусоросборных камер оборудованы установками перекачивания сточных вод, не содержащих фекалии. Насосная установка перекачивания загрязненной воды устанавливается ниже уровня пола и предназначена для

**Автор:** А. ПАНКРАТОВ, технический директор; М. БРИТКИНА, ведущий инженер; С. БАРАНОВ, инженер, ООО СК «СтиФ»

монтажа погружных насосов. Пластмассовый резервуар жесткой ударопрочной конструкции имеет телескопическую вставку, позволяющую изменять высоту в диапазоне до 130 мм. Крышка резервуара оборудована патрубком для откачивания воды с поверхности пола и сифоном, предотвращающим запахи. Крышка может использоваться как решетка или каркас для облицовочной плитки. Для контроля уровня используются поплавковые выключатели. Насос изготовлен из нержавеющей стали. Установка имеет низкий уровень шума благодаря тому, что перекачиваемая жидкость омывает кожух электродвигателя, создавая дополнительную звукоизоляцию.

На техническом этапе напорный трубопровод от насосных установок подключен к магистральным трубопроводам хозяйственно-бытовой канализации выше расположенных зданий (ЖК1, ЖК2, спортивный комплекс, малоэтажные жилые комплексы). Способ подключения — «с разрывом струи». Далее сточные воды самотеком попадают в выпуски хозяйственно-бытовой канализации.

Дождевая канализация предназначена для сбора со стилобата дождевых вод и решена путем установки водоприемных воронок. При их проектировании особое внимание уделено узлу соединения воронки и трубопровода, который не должен терять герметичность при перепадах температуры, приводящих к изменению длины трубопроводов.

Трубопроводы дождевой канализации не должны мешать свободному проезду машин, поэтому учитывались модели легковых автомобилей, имеющих высоту, большую среднестатистической, например внедорожники с багажником на крыше.

Производственная канализация. Для сбора воды вследствие срабатывания автоматической системы пожаротушения были спроектированы песко- и илоотделители для автостоянок, предназначенные для предварительного улавливания из сточных вод гравия с размером частиц более 2 мм и крупного песка с размером частиц 0,6–2 мм. Диаметр решетчатого дождеприемного люка, рассчитанного на нагрузку до 5 т, составляет 600 мм, диаметр отводного патрубка с поворотным коленом (ПВХ) — 110 мм, допустимый объем воды и осадка — 400 л, материал корпуса — полиэтилен. Въезды автостоянки оборудованы каналами для сбора воды. Была выбрана незамерзающая система для сбора ливневки и пролитого бензина, каналы соединены с пескоулавливателями. Стоки проходят пескоулавливатели и поступают в бензомаслоотделитель, после очистных комплексов перекачиваются в наружную сеть. Выпуски производственной канализации оборудованы колодцами — гасителями напора.

**Полученные результаты.** Проанализировав результаты проектных работ, можно сде-

## **В результате в целом была решена система отведения стоков, которая не нарушила экологию места и не изменила дизайн ландшафта**

лать следующие выводы: спроектированные системы сбора и отведения стоков должны гарантированно очищать стоки, сбрасываемые в городскую сеть канализации; из-за возможности самотечного отведения стоков большинство систем спроектированы напорными; стоимость всей системы высока; оборудование требует наличие высококвалифицированного обслуживающего персонала.

### **Коттедж с гостевым домом**

Местоположение объекта — пос. Вартемяги Ленинградской области. Вартемяги — коттеджный поселок, расположенный в лесном массиве неподалеку от деревни Вартемяги на девятом километре Приозерского шоссе. При проектировании и строительстве учитывалась экологическая ситуация: предполагалась минимальная вырубка растительности под дороги и площадки домов, а также максимальное использование экологически чистых материалов, осуществление полного природоохранного контроля над работой производственного подразделения. Поселок построен в едином архитектурном стиле и состоит из современных каркасных домов площадью 180–250 м<sup>2</sup>, расположенных на участках 23–24 сотки. К домам подводятся коммуникации (дороги, электричество, газ, водопровод). Район расположения коттеджного поселка не имеет системы канализации.

В проекте в распоряжении заказчика оказались два участка земли. В границах участков находились вековые сосны, березы, ольха, заболоченная низина, лесная речка, протекающая по границе участка. Рельеф участка неровный, с постоянным понижением от двухэтажного коттеджа в сторону гостевого дома. За границами участка со стороны двухэтажного коттеджа расположен овраг.

### **Организация системы канализации.**

В двухэтажном коттедже и гостевом доме предусмотрена хозяйственно-бытовая канализация. Расход бытовых сточных вод принят в объеме водопотребления за вычетом расхода на полив территории (коттедж — 0,6 м<sup>3</sup>/сут., гостевой дом — 1,2 м<sup>3</sup>/сут.).

Отвод бытовых сточных вод от санитарно-технических приборов предусмотрен по проложенным в земле под плитой зданий шумопоглощающим трубопроводам системы внутренней канализации. Все санитарно-технические приборы оборудованы гидрозатворами, а трубопроводы — ревизиями и прочистками в соответствии с действующими нормами проектирования. Для очистки сточных вод

было принято решение использовать локальные системы очистки сточных вод. При выборе оборудования для данных систем проектировщики ориентировались на экологическую составляющую требований к обустройству всего поселка в целом, а также опирались на собственный опыт.

При проектировании системы водоотведения необходимо было учесть следующие особенности земельного участка: рельеф и высотное расположение зданий; близость водоема; планировку земельного участка.

Было принято решение об использовании двух отстойников и одного поля поглощения на оба дома и гараж. Следующим шагом было определение места размещения отстойника.

Отстойники системы необходимо было расположить таким образом, чтобы к ним мог беспрепятственно подъехать ассенизационный автомобиль. Также необходимым условием при выборе месторасположения стала невозможность движения автотранспорта непосредственно над отстойником и в радиусе 2,5 м. Согласно этим требованиям, был выбран участок возле двухэтажного коттеджа. При этом было учтено, что защитный разрыв от дома до отстойника не должен быть менее 5 м.

Определение места размещения поля поглощения — следующий шаг в проекте. Поглощение стоков грунтом является экономичным способом очистки. Очистка стоков происходит в слое щебня и окружающих его слоях грунта. Местом размещения поля поглощения был выбран склон оврага за границами участка. В этом случае поле поглощения оказалось выше отстойника гостевого дома. Поэтому после отстойника гостевого дома был спроектирован колодец насоса для фекалий, оборудованный обратным клапаном для предотвращения попадания стоков обратно в трубу. Далее на участке в соответствии с требованиями поставщика оборудования были расставлены смотровые и распределительные колодцы.

**Полученные результаты таковы.** В результате проведенных работ в целом была решена система отведения стоков, которая не нарушила экологию места и не изменила дизайн ландшафта. Данная система решила проблему отведения стоков от санузлов, душевых, ванных комнат и бани, расположенной в гостевом доме.

Итак, в статье рассмотрены два абсолютно разных объекта, для которых были проведены работы по проектированию и монтажу систем водоотведения. В том и в другом случае были подобраны варианты, позволившие добиться необходимого комфорта для конечного потребителя. Выбор системы водоотведения и ее проектирование должны учитывать все индивидуальные особенности объекта, для которого она рассчитывается. ●

## Расходомеры для безнапорных трубопроводов

Известно, что такое водосчетчик, известно, каких типов водосчетчики бывают и на каких принципах действуют. Также всем известно, как связаны показания водосчетчиков и сумма в счетах за водопотребление. Но обычно в этих счетах есть и другая строчка — водоотведение. Так каким же образом учитывать то, что стекает в канализацию? Как организовать учет сточных вод?

### Системы канализации

Прежде всего определимся с тем, что такое сточные воды, откуда они берутся и куда «уходят». Согласно одному из определений, сточные воды — это воды, загрязненные бытовыми отбросами и производственными отходами, а также воды, образующиеся в результате выпадения атмосферных осадков в пределах территорий населенных пунктов и промышленных объектов. Удаляются сточные воды с этих территорий через системы канализации.

Канализация — это комплекс инженерных сооружений, оборудования и санитарных мероприятий, обеспечивающих сбор и отведение загрязненных сточных вод, а также их очистку и обезвреживание перед утилизацией или сбросом в водоемы. Различают внутреннюю и наружную канализацию. Внутренняя расположена внутри зданий и сооружений и служит для сбора и вывода сточных вод в наружную канализационную сеть. Здесь осуществляется транспортирование сточных вод за пределы населенных мест и промышленных объектов. Элементами внутренней канализации являются санитарные приборы, отводы, стояки и выпуски из зданий, наружной — самотечные и напорные трубопроводы, канализационные насосные станции (КНС) и очистные сооружения.

Под системой канализации принято понимать совместное или отдельное отведение трех категорий сточных вод — бытовых, производственных и дождевых. Эти названия говорят сами за себя и дополнительных пояснений не требуют. Системы канализации бывают общесплавными и отдельными. Суть также

### Канализация — это комплекс инженерных сооружений, оборудования и санитарных мероприятий, обеспечивающих сбор и отведение загрязненных сточных вод

ясна из названий: при общесплавной системе все три категории сточных вод отводятся по одной общей сети труб и каналов, при отдельной дождевые и условно чистые производственные воды удаляют по одной сети, а бытовые и производственные — по другой.

Разумеется, организация, занимающаяся водоотведением (как правило, это водоканал), не может выполнять свою работу бесплатно. Поэтому граждане, предприятия и организации оплачивают услуги водоотведения подобно тому, как они оплачивают услуги водоснабжения — пропорционально объему отводимой воды.

Объем стоков можно определить расчетным методом, сопоставив его с объемом водопотребления. Логика здесь проста: вода, текущая из крана, непременно попадает в канализацию. Объем водопотребления измеряется водосчетчиком (или несколькими), т.е. все данные для расчета есть. Но что если часть воды мы выпили, расплескали, использовали для полива цветов? Или, если речь идет о каком-либо предприятии, — израсходовали на мойку оборудования, а то и вовсе вывезли «за территорию» в цистернах? В этом случае объем водопотребления можно связать с объемом стоков через не равный единице коэффициент (например, 0,7–0,9).



Фото предоставлено автором

Автор: Д. АНИСИМОВ, главный специалист ООО «Диаметр»



Фото предоставлено автором.

лизации. Методика выполнения измерений при помощи стандартных водосливов и лотков»). Претензии к данному методу возникают в основном из-за того, что он, если можно так выразиться, «неочевиден», и точкой отсчета здесь являются результаты предварительного расчета напорно-расходной характеристики трубопровода. Точность этого расчета обуславливает точность дальнейшей работы прибора. При этом, например, необходимо экспериментальным путем измерить скорость течения жидкости при известном уровне заполнения. Такое измерение порою производят «на глазок», при помощи брошенной в канал щепки и наручных часов, т.е. погрешность эксперимента велика и непредсказуема. Поэтому для работ по проектированию и монтажу систем учета безнапорных стоков методом переменного уровня особенно важно привлекать профессионалов, обладающих знаниями, опытом и необходимым для замеров оборудованием.

Разумеется, что при всей своей привлекательности (отсутствуют затраты на организацию учета собственно стоков) данный метод весьма приблизителен. К тому же, он не учитывает особенностей потребителя, которые могут влиять на соотношение «потребление/стоки» они могут весьма серьезно, причем как в ту, так и в другую сторону. Например, если поступающая потребителю «учтенная» вода активно используется им для полива грядок, то объем стоков будет значительно меньше объема «входящей» воды.

И, наоборот, если потребитель имеет собственные источники воды (скажем, скважины), то стоки у него будут даже в отсутствие «притоков» извне. Также в канализацию попадает не только потребленная холодная, но и потребленная горячая вода. Ее поставщиком обычно является не водоканал, а тепловые сети, и показания их счетчиков водоканалу могут быть недоступны. Плюс дождевая вода, привозная вода, вода, ушедшая в землю при авариях трубопроводов... «Возмущающих» факторов набирается довольно много, и потому метод «потребление/стоки» более-менее нормально работает только у маленьких потребителей с «традиционным» использованием воды — например, в жилом секторе.

В других случаях нужно организовывать приборный учет стоков. Причем, как можно понять из вышесказанного, в некоторых случаях такой учет будет выгоден той стороне, которая «сливает», в некоторых — той, которая занимается водоотведением. Но в любом случае приборный учет стоков более объективен, чем расчетные методы. И значит, его нужно внедрять везде, где это технически возможно и экономически оправданно.

Далее мы будем говорить об учете стоков в безнапорных незаполненных трубопрово-

дах. Здесь вода со всеми имеющимися в ней «включениями» течет под действием силы тяжести с небольшой скоростью, и измерить ее объем (расход) при помощи привычных водосчетчиков и расходомеров невозможно. Опишем два метода и, соответственно, два прибора, разработанных специально для такого применения.

### Метод переменного уровня и расходомер «ЭХО Р-02»

Первый метод — это метод переменного уровня, когда применяется уровнемер, пересчитывающий «уровень в расход» с учетом информации о трубопроводе. Данный метод описан в рекомендации МИ 2220-96 «Рекомендация. ГСИ. Расход сточной жидкости в безнапорных трубопроводах. Методика выполнения измерений». Применяется он и для измерений в открытых каналах (см. МИ 2406-97 «Расход жидкости в безнапорных каналах систем водоснабжения и кана-

### Под системой канализации принято понимать совместное или раздельное отведение трех категорий сточных вод — бытовых, производственных и дождевых

В качестве примера средства измерений, реализующего метод переменного уровня, приведем расходомер «ЭХО Р-02» производства фирмы «Сигнур» (Россия). Наш опыт эксплуатации данных приборов позволяет утверждать, что они надежны и просты в обслуживании. Еще один козырь «ЭХО» — низкая цена. В то же время, у этих расходомеров есть ряд особенностей, связанных как с методом измерений, так и с конструкцией прибора. Об этих особенностях мы поговорим ниже, сравнивая «ЭХО» с другим расходомером, реализующим другой метод измерений.



⚡ Обычный расходомер зарубежного производства

www.freevalpaper.com

### Метод «площадь–скорость» и расходомер ISCO 4250

Метод «площадь–скорость» большинству потребителей кажется более «понятным», чем метод переменного уровня. Здесь помещаемый на «дно» трубопровода датчик измеряет не только уровень жидкости «над собою» (применяется сенсор давления), но и скорость потока (измеряется на основе ультразвукового доплеровского метода). Геометрические параметры канала вводятся в память прибора заранее: используя эти данные и получаемую в реальном времени информацию об уровне заполнения, прибор вычисляет площадь сечения потока в данный момент времени и, умножая его на измеренную скорость, рассчитывает расход и объем стоков.

Один из приборов, реализующих данный метод — американский расходомер ISCO 4250. Самый очевидный недостаток данного прибора — его цена: она почти на порядок выше цены «ЭХО Р-02». Оправданы ли затраты на приобретение такого средства измерений? Давайте попробуем понять это, сравнив «ЭХО» и ISCO. Тот и другой прибор могут применяться для учета стоков не только в незаполненных напорных трубопроводах, но и в открытых каналах, но мы для определенности ограничимся случаем трубопровода.

### Сравнение «ЭХО Р-02» и ISCO 4250

«ЭХО Р-02» является, по сути, уровнемером, а расчет объема протекающей по трубопроводу жидкости производит из предположения — скорость потока постоянна и обусловлена уклоном трубопровода. ISCO 4250 фактически измеряет и уровень заполнения трубопровода, и скорость потока жидкости.

Очевидно, что расходомер «ЭХО Р-02» при останове или реверсе потока продолжает вести учет так, будто поток продолжает двигаться в «прямом» направлении. ISCO 4250 корректно учитывает и останов (нулевой расход), и реверс (расход со знаком минус). Кстати, ISCO 4250 может применяться для учета расхода жидкости и в напорных трубопроводах, если скорость потока не превышает 6,1 м/с.

Максимальный уровень жидкости в трубопроводе (канале), который способен измерить расходомер «ЭХО Р-02» — 3 м, ISCO 4250 — 12 м. В комплект поставки «ЭХО Р-02» входит электронный блок и акустический преобразователь. Способ монтажа преобразователя показан на рисунке. Для монтажа необходимо изготовить трубку-звуковод, которая врежется в трубопровод перпендикулярно его оси. Акустический преобразователь крепится к верхнему концу звуковода через фланец.

Фактически «ЭХО Р-02» измеряет расстояние «от себя» (от преобразователя) до поверхности жидкости, а уровень заполнения вычисляется путем вычитания результата измерений из расстояния от преобразовате-

### Поскольку датчик ISCO 4250 находится под водой, то внешние погодные условия на него не влияют

ля до нижней точки трубопровода (или дна канала). Это расстояние задается жестко путем изготовления звуковода определенной длины, которая зависит от расчетного (внесенного в программу прибора) максимально-го уровня заполнения водовода. Если длина звуковода не выдержана, измерения будут ошибочны. И это — очень важная особенность расходомера. Те, кому она известна, могут фальсифицировать результаты учета, используя звуковод «неправильной» или регулируемой длины. Те, кто невнимательно прочел Руководство по эксплуатации, могут стать «фальсификаторами» случайно.

Дело в том, что многие монтажники при выкли к тому, что в случае с обычными расходомерами для напорных трубопроводов длина прямых участков до и после прибора указывается в документации как «не менее», т.е. с точностью до миллиметра (даже до десятков сантиметров) выдерживать ее не нужно. Ошибочно считая, что длина звуковода «ЭХО» — параметр «из той же оперы», ее делают «приблизительно» такой, как указано, в результате получают систематическую ошибку измерений уровня, а значит и расхода.

Акустический преобразователь расходомера «ЭХО» подключается к электронному блоку пятижильным кабелем длиной до 200 м (до 300 м — по спецзаказу). Преобразователь может работать при температуре окружающего воздуха от –30 до +50 °С, электронный блок — от –20 до +50 °С. Преобразователь может утратить работоспособность в случае, если его рабочая поверхность покрывается инеем или льдом, а также в случае затопления. Работе расходомера также могут помешать сильное испарение, пена или лед на поверхности жидкости, засорение или замерзание канала звуковода.

Как правило, для монтажа преобразователя на подземном трубопроводе необходимо вырыть и обустроить колодец, для монтажа на наземном трубопроводе или для монтажа над открытым каналом — соорудить будку для защиты от внешних воздействий. Электропитание «ЭХО Р-02» осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц. Дополнительные опции: интерфейс RS-232 или RS-485; токовый выход 4–20 мА; от одного до трех релейных выходов (блок уставок сигнализации); GSM-модем (только для приборов с RS-232).

Эти опции влияют на цену прибора. Характеристики объекта (диаметр и уклон трубопровода, материал трубопровода и т.д.) на цену не влияют, но должны быть указаны при заказе, поскольку на их основе состав-



❖ Расходомер китайского производства

www.freevalpaper.com



Фото компании-производителя.

ляется напорно-расходная характеристика, которая «защищается» в расходомер производителем и не может быть скорректирована пользователем. Это еще одна особенность «ЭХО», которая многим кажется неприятной.

Вследствие низкой цены и высокой надежности расходомеры «ЭХО Р-02» широко применяются для учета сточных вод в ЖКХ и промышленности. Однако очевидно, что особенности реализуемого ими метода измерений делают нецелесообразным их использование на объектах, где поток жидкости может останавливаться, менять направление, а также на объектах, где по трубопроводу транспортируется пенящаяся жидкость. Также понятно, что необходимость обустройства колодца или будки в ряде случаев приводит к тому, что стоимость узла учета в целом многократно превосходит стоимость самого прибора.

Расходомер ISCO 4250 состоит из электронного блока и погружного датчика «скорость-уровень», объединяющего в одном корпусе преобразователь уровня (по давлению столба жидкости) и преобразователь скорости (по методу Доплера). Датчик устанавливается в трубопровод при помощи фирменных пружинных или разжимных колец. Кольцо с датчиком может быть введено в трубопровод либо через «открытый конец», либо через технологическое отверстие, вырезанное в верхней части трубопровода. С электронным блоком датчик соединяется кабелем длиной до 300 м, входящим в комплект поставки расходомера.

Электронный блок оборудован клавиатурой, дисплеем и встроенным принтером. Программирование (настройка) расходомера осуществляются при помощи клавиату-

ры и дисплея, либо при помощи компьютера (ноутбука) с программным обеспечением FlowLink. Электронный блок оборудован разъемами для подключения ряда дополнительных датчиков — кислорода, pH, температуры, и устройств — емкости для сбора осадков, автоматического пробоотборника. Электронный блок может быть оборудован встроенными модулями токовых выходов (от одного до трех выходов 4–20 мА), модулями реле сигнализации, встроенным модемом.

Поскольку датчик ISCO 4250 находится под водой, то внешние погодные условия на него не влияют. Датчик может выйти из строя при замерзании (если вода вокруг него превратится в лед) либо при перегреве (свыше 70 °С). При заиливании или засыпании песком, щебнем и т.п. датчик прекратит измерения скорости потока. Также датчик может быть поврежден механически, либо может быть поврежден (оборван) кабель датчика. Поэтому если в потоке жидкости возможно появление крупных твердых предметов, датчик и кабель должны быть защищены от контакта с ними.

Важный момент, не отражаемый в рекламе. Погружной датчик ISCO 4250 — это, по сути, расходный элемент. В зависимости от условий эксплуатации (температура и хим. состав воды, частота и интенсивность внешних воздействий и т.п.) срок его службы составляет от года до пяти лет. После замены датчика (а он недешев), даже если срок очередной метрологической поверки не подошел, расходомер придется поверить вне очереди, т.к. в паспорт и свидетельство вписываются как заводской номер электронного блока, так и номер датчика. Электропитание ISCO 4250 осуществляется

от сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц через входящий в комплект поставки блок питания, либо от источника постоянного тока напряжением 12–14 В. Возможна поставка фирменных аккумуляторов, способных обеспечить автономную работу расходомера на протяжении нескольких часов.

Все необходимые опции (дополнительные блоки, выходы, датчики), а также длина кабеля от датчика до электронного блока должны быть указаны при заказе, поскольку влияют на цену расходомера. Характеристики объекта вводятся в расходомер пользователем (персоналом монтажной организации) и могут быть изменены в любой момент. При заказе прибора желательно указать максимальный предполагаемый уровень заполнения трубопровода (канала) — в зависимости от этого расходомер будет укомплектован низкопрофильным, стандартным или широкодиапазонным датчиком «скорость-уровень».

Во многих случаях для монтажа расходомера ISCO 4250 не требуется производить строительные работы и самостоятельно изготавливать какие-либо крепежные приспособ-

### Объем стоков можно определить расчетным методом, сопоставив его с объемом водопотребления

собления, поэтому монтаж обходится дешево и занимает меньше времени, чем монтаж «ЭХО Р-02». Способность измерять скорость потока (с учетом направления) делает ISCO 4250 незаменимым на объектах, где параметры потока меняются во времени, или на объектах, где невозможно произвести предварительные замеры, необходимые для программирования «ЭХО Р-02» (строительный уклон трубопровода, скорость, уровень).

Итак, мы видим, что есть ситуации, когда невозможно применить «ЭХО» (например, там, где случаются остановки потока), и есть ситуации, когда нецелесообразно применять ISCO (в т.ч. там, где датчик может быть поврежден). В то же время на объектах, где, казалось бы, с технической точки зрения подходит как тот, так и другой расходомер, аргументов в пользу значительно более дорогого решения (ISCO), возможно, и не найдется. ISCO лучше укомплектован, более удобен в монтаже, может быть перенастроен пользователем (т.е., фактически, не привязан к конкретному объекту). Наконец, он обладает обширными возможностями расширения функций (анализ состава сточных вод, учет количества дождевых осадков и т.п.). Но цена и необходимость в процессе эксплуатации менять датчики заставляет задуматься — так ли уж важны эти преимущества в каждом конкретном случае. ●



## Сравнение полимерных труб

В последние годы наблюдается неуклонный рост заинтересованности в использовании полимерных трубопроводов вместо металлических, что связано с рядом их преимуществ. В процессе эксплуатации металлические трубопроводы подвергаются сильной коррозии из-за повышенной влажности, кислотности грунтов, высоких температур, что требует значительных затрат на их изоляцию и замену. В России, в ближайшие годы, по данным исследований НПП «Маяк-93», предстоит поменять 3 млн км металлических труб, и лучшими заменителями могут быть рекомендованы полимерные трубы с использованием радиационно-модифицированного полиэтилена.

В настоящее время все большее внимание уделяется производству и исследованиям полимерных материалов, основу которых составляют термопласты. Наиболее распространенными термопластами являются полиолефины, которые занимают ведущее место в мировом производстве полимерных труб и фасонных изделий к ним, и их выпуск ежегодно увеличивается. Полиэтилены, полипропилены, поливинилхлориды и другие полимеры обладают рядом ценных свойств, таких как низкая плотность, влагопоглощение и газопроницаемость, высокие диэлектрические показатели и химическая стойкость, что позволяет широко использовать трубы и фасонные изделия из этих полимеров в строительной промышленности, в нефтегазовом комплексе, коммунальном хозяйстве, в первую очередь в водоснабжении и для отопления. Как материалы конструкционного назначения, полиолефины имеют ограниченное применение вследствие невысоких физико-механических характеристик при воздействии повышенных температур и агрессивных жидких сред.

Эффективными способами модифицирования полиолефинов является введение в составы наполнителей неорганической природы (углерод, аэросилы, оксиды и сульфиды ме-

таллов), добавок органических соединений, а также обработка ионизирующим излучением. Каждый в отдельности способ модифицирования полиолефинов достаточно изучен.

### Сейчас все большее внимание уделяется производству и исследованиям полимерных материалов, основу которых составляют термопласты

Для внутренних систем центрального отопления, горячего и холодного водоснабжения на рынке предлагаются трубы на основе полиэтилена:

**I.** Трубы из сшитого полиэтилена (PEX-c): сшивка полиэтилена произведена электрофизическим методом под воздействием ускоренных электронов; трубы из сшитого полиэтилена с использованием химических силановых добавок (PEX-b); трубы из сшитого полиэтилена с использованием перекисных химических добавок (PEX-a).

**II.** Трубы из модифицированного полиэтилена с повышенной термической устойчивостью (PE-RT):



Автор: В.В. ШЛАПАЦКАЯ, к.х.н.;  
Р.Е. ИЛЬЕНКО, к.т.н.

- II.1. трубы полибутиленовые (PB);
- II.2. трубы полипропиленовые (PP);
- II.3. трубы на базе поливинилхлорида:
  - 1. PVC-U (непластичный поливинилхлорид);
  - 2. PVC-C (поливинилхлорид хлорированный) — трубы композитные, многослойные, со сваренной в форме внутренней трубы алюминиевой лентой с приклеенными слоями полиэтилена или полипропилена наружными и внутренними:
    - 2.1. PE-X/AL/PE-X (труба формируется слоями из сшитого полиэтилена и алюминия);
    - 2.2. PE-RT/AL/PE-HD (внутренний слой полиэтилена с повышенной термической устойчивостью и наружный слой из полиэтилена высокой плотности);
    - 2.3. PE-HD/AL/PE-HD (слои полиэтилена высокой плотности);
    - 2.4. PP/AL/PP (слои полипропилена).

Вышеуказанные трубы значительно отличаются между собой по физико-механическим и физико-химическим характеристикам, по условиям использования, а также по технологиям монтажа и соединения. Существенными недостатками изделий из полиэтилена, ограничивающими область их применения, являются низкая теплостойкость, низкая температура его размягчения: при температуре выше 80 °С его прочность заметно падает, а при 105–130 °С он плавится. При нагревании полиэтилен растворяется в органических растворителях. Нежелательным свойством полиэтилена является его способность быстро растрескиваться под нагрузкой при воздействии атмосферных факторов, внутренних напряжений и при контакте с некоторыми средами.

Стойкость к растрескиванию полиэтилена низкой плотности при испытаниях стандартными методами составляет 0,1–1,5 ч, а полиэтилена высокой плотности — 100–500 ч. Стойкость к растрескиванию определяется плотностью полимера, степенью кристалличности, величиной молекулярной массы. Кроме того, если полиэтилен подвергать длительному растяжению или изгибу, при достижении определенного напряжения наступит растрескивание, причем чем больше напряжение, тем раньше оно произойдет. Трещины обычно образуются перпендикулярно оси растяжения, а затем быстро растут и приводят к излому.

Это явление, называемое растрескиванием под напряжением, характеризует длительную механическую прочность изделия из полиэтилена и зависит, в первую очередь, от молекулярной массы, а следовательно, от показателя текучести расплава. С повышением молекулярной массы уменьшается показатель текучести расплава, и стойкость полиэтилена к растрескиванию повышается. Для того, чтобы обеспечить долговечность работы труб, работающих в условиях повышенной влажности или в воде, необходимо приме-

нять полиэтилен с малым показателем текучести расплава, особенно если трубы во время монтажа находятся в напряженном (изогнутом) состоянии.

При монтаже труб на основе полиэтилена низкой и высокой плотностей следует учитывать, что при одной и той же деформации, изгибе напряжение полиэтилена высокой плотности, как более жесткого, будет значительно больше, чем полиэтилена низкой плотности, а следовательно, уменьшится время до растрескивания. Для ликвидации этих существенных недостатков разработаны специальные композиции полиэтилена и используются различные методы сшивки, сетирования полиэтилена.

### При определенных условиях обработки на выход швы могут влиять степень кристалличности и структура кристаллической фазы в полиэтилене

Перспективным направлением в развитии производства полимерных труб является:

- разработка и освоение выпуска высококачественных полиэтиленовых композиций, ориентированных на основные тенденции развития потребляющих отраслей;
- разработка технологий и методов сшивки (сетирования) полиэтилена.

### Химически сшитый полиэтилен

Полиэтилен — высокомолекулярное соединение линейного строения, которое получают полимеризацией этилена, выделяемого из природных газов или при переработке нефти. Свойства полиэтилена зависят от его строения и чистоты. Молекула полиэтилена построена в виде цепочки металлических групп с небольшим количеством ответвлений.

Сшитый полиэтилен получают добавлением органических перекисей (например, перекись динумила), которые под действием термообработки образуют сшитую структуру. При нагревании органическая перекись распадается на свободные радикалы, которые создают активные центры на полимерных цепях, образуя полимерные радикалы. Взаимодействуя с радикалами соседних цепей, полимерные радикалы образуют сшитый полимер, сетированный полиэтилен. Разработаны также композиции полиэтилена с использованием сшивающих силановых добавок, например винилтриэтоксисилана и др.

### Радиационно-сшитый полиэтилен

Наиболее универсальным способом модифицирования полимерных труб является воздействие ионизирующего излучения. Такой способ открывает новые возможности в направленном регулировании структуры и свойств полимерных труб и фитингов.

В далеком 1949 г. в СССР В.А. Каргиным и В.Л. Карповым было получено авторское



www.free wallpaper.com

свидетельство №14580 от 04.08.54 г. с приоритетом от 26.02.49 г. на способ получения радиационно-модифицированного полиэтилена, который под воздействием ионизирующих излучений превращается в материал, который не плавится при температурах до 260–280 °С и обладает повышенной устойчивостью к действию органических растворителей.

При определенных условиях обработки на выход сшивок могут влиять степень кристалличности и структура кристаллической фазы в полиэтилене. В основном при облучении полиэтилена наблюдаются следующие химические эффекты:

- образование так называемых «сшивок» — межмолекулярных С–С-связей — в широких пределах от 45 до 95 %;
- распад винильной и винилиденовой ненасыщенности, имевшейся в исходном продукте, и образование новых трансвиниленовых двойных связей;
- образование сопряженных двойных связей;
- выделение водорода, а также и небольших количеств низкомолекулярных (С<sub>1</sub>–С<sub>7</sub>) углеводородов.

Радиационная модификация полиэтилена способствует возникновению в нем более сложных пространственных структур, образованных поперечными связями между линейными цепями исходного состояния. Свойства полиэтилена, радиационно-модифицированного, зависят от условий модификации

(вида облучения, энергии излучения, дозы, атмосферы, давления, температуры), а также от содержащихся в полиэтилене добавок. Поэтому, изменяя условия технологического процесса модификации, строения и структуры исходного полимера, можно подобрать оптимальные варианты, которые позволят получить широкий ассортимент новых, весьма ценных материалов.

### **С учетом особенностей технологии экструзии труб химические добавки для сшивки полиэтилена вводят в состав композиций непосредственно в процессе экструзии**

Радиационная модификация полиэтилена увеличивает его износостойкость в 35 раз, ударную прочность — более чем в 10 раз. Значительно возрастает как предел прочности полиэтилена при растяжении и удлинении при разрыве, так и увеличивается его химическая стойкость.

В результате радиационной модификации изменяется структура полиэтилена, он сшивается и приобретает уникальное свойство «память» — способность после цикла термомеханической деформации (растяжение, сжатие, скручивание) возвращаться к первоначальным размерам и формам.

### **Преимущества радиационного сшивания полиэтилена**

С учетом особенностей технологии экструзии труб химические добавки для сшивки полиэтилена вводят в состав композиций непосредственно в процессе экструзии. Сшитые полиэтилены характеризуются низким содержанием сшитого продукта до 25–30 %. Опыт работы потребителей данных композиций полиэтилена с химическими сетирующими добавками показал, что перемешивание составов в экструдере приводит к получению неоднородной структуры и образованию внутренних напряженных агрегатных состояний, что приводит в процессе эксплуатации к развитию внутренних трещин, образованию свищей и сильному набуханию в органических растворителях. А остатки пероксидов и других сшивающих агентов в полиэтилене отрицательно влияют на эксплуатационные свойства материалов, ухудшают физико-механические показатели в условиях теплового старения. При изучении действия ионизирующих излучений на полиэтилен в Институте физической химии им. Л.В. Писаржевского НАН Украины установлен ряд новых факторов, имеющих важное значение при разработке радиационной технологии модификации этого полимера и изучения механизмов происходящих процессов.

В настоящее время накоплен материал о процессах образования межмолекулярных С–С-связей в полиэтилене под воздействием ускоренных электронов. Установлено, что в полиэтилене за счет образования межмолекулярных С–С-связей вначале увеличивается степень разветвленности молекул и средний молекулярный вес, а затем возникает трехмерная сетчатая структура, которая обнаруживается по появлению неплавкой и нерастворимой фазы.

В широких пределах изменяются размеры сферолитов, их морфология и распределение. Так как проницаемость жидких сред в полиэтилене связана в основном с существованием аморфных областей, то увеличение жесткости цепей сопровождается уменьшением проницаемости в полиэтилене.

На основании накопленного практического опыта по разработке радиационных технологий модификации изделий из полиэтилена можно заключить, что развитие и освоение данной технологии, использование новейших технологических приемов обеспечит возможность производства таких полимерных труб, которые обладают заданными уникальными свойствами.

Преимущества радиационного способа сетирувания полиэтилена, практическая возможность формирования нового комплекса свойств открывают пути создания перспективных полиэтиленовых труб и значительно расширяют область их применения. ●



## Оборудование KSB: надежность и экономичность

Итак, кризисный 2009-й год позади, ушел в прошлое и 2010-й. И вот, наконец, можно уже с уверенностью сказать, что строительная индустрия оправляется от потрясения и начинает восстанавливать свою былую мощь. Строительные организации уже не только «доводят» старые объекты, но и осмеливаются закладывать новые здания.

Статья подготовлена  
пресс-службой ООО «КСБ».

В условиях постоянного роста цен на участки под застройку заказчики стремятся увеличить этажность возводимых зданий. Как следствие, возросли требования к циркуляционным насосам для систем отопления и кондиционирования. Одновременно, на фоне роста цен на энергоносители все большее значение приобретает возможность снижения затрат при последующей эксплуатации зданий и сооружений. В этой связи все больший интерес потребителей привлекает продукция концерна KSB (Германия), уделяющего особое внимание вопросам энергосбережения и эксплуатационной надежности оборудования.

К международной выставке ISH'2011 компания KSB дополнила спектр производимого оборудования новым насосом Etaline-R в исполнении с патрубками «в линию». Новый типоряд Etaline-R превосходно соответствует как повышенным требованиям к функционалу (в связи с увеличением этажности зданий), так и задачам энергосбережения, помогая существенно снизить затраты за жизненный цикл. Благодаря компактной конструкции для установки Etaline-R требуется значительно меньше дорогостоящей площади, чем обычным насосам на фундаментных плитах.

Новый типоряд Etaline-R включает 14 типоразмеров, максимальная мощность двигателя Etaline-R составляет 315 кВт. Максимальная подача — 1900 м<sup>3</sup>/ч, предельный напор насоса — 93 м. Корпус из чугуна с шаровидным графитом и торцовые уплотнения рассчитаны на рабочие давления до 25 бар. Это связано с тем, что в основном сети трубопроводов рассчитывают на 25 бар, исходя из статического напора в высотных зданиях. Максимальная рабочая температура 140 °С.

Возможен выбор различных вариантов материального исполнения применяемых торцовых уплотнений. Каждый насос поставляется с рабочим колесом, обточенным под рабочую точку для достижения лучшего КПД. Характеристики насосов при этом не являются избыточными, как в случае применения рабочих колес с фиксированным шагом обточки. Кроме того, каждый насосный агрегат в стандартной комплектации оснащается энергоэффективным электродвигателем IE2, который благодаря высокому КПД способствует достижению экономичности новых насосов Etaline-R.

Сменные щелевые кольца корпуса с напорной и всасывающей стороны обеспечивают удобство сервисного и технического обслуживания даже после многолетней эксплуатации. По выбору заказчика возможно оснащение насосов типоряда Etaline-R смонтированной на двигателе системой регулирования частоты вращения PumpDrive мощностью до 45 кВт. При более высоких мощностях система регулирования частоты вращения обычно монтируется в шкафу управления.

На выставке ISH, наряду с новинками, KSB, конечно, продемонстрирует и уже существующие и известные в России модели насосов для жилищно-коммунального хозяйства.

Среди отлично зарекомендовавших себя продуктов компании особое место занимают консольные насосы серии Etanorm. Они рассчитаны на подачу до 1900 м<sup>3</sup>/ч, напор до 102 м и температуру от -30 до 140 °С. К очевидным преимуществам конструкции относятся совершенная гидравлика, обеспечивающая высокий КПД, наличие щелевых колец (предотвращают износ рабочего колеса и защитной втулки вала (в свою очередь, предотвращает износ вала), надежное торцовое уплотнение). Процессное конструктивное исполнение обеспечивает легкий демонтаж корпусной части и быструю замену узлов. Корпусные детали рассчитаны на давление до 16 бар.



●● KSB Etaline-R

Насосы в линию серии Etaline рассчитаны на подачу до 700 м<sup>3</sup>/ч и напор до 95 м (температура от -30 до 140 °С). Насос комплектуется надежным торцовым уплотнением (пара скольжения карбид кремния/карбид кремния), предотвращающими износ щелевыми кольцами. Стандартный трехфазный электродвигатель обеспечивает легкую замену в случае повреждения. Благодаря расположению всасывающего и напорного патрубков на одной оси обеспечивается удобная интеграция в систему трубопровода.

Сдвоенный насос линейного типа Etaline Z. Подача до 1120 м<sup>3</sup>/ч (при параллельном режиме работы), напор до 77 м. Температура от -30 до 140 °С. Два отделенных друг от друга центробежных насоса в одном корпусе с расположенным в одном патрубке пружинным переключающим клапаном. Ручной выпуск воздуха из полости торцового уплотнения возможен через встроенный воздушный клапан. Возможен выбор как одиночного режима работы (работа в резервном режиме), так и параллельного режима (переключение на пиковую нагрузку).

Конечно, все это оборудование лишь малая толика продукции, производимого концерном KSB для жилищно-коммунального хозяйства. Компании удастся сочетать высокую надежность предлагаемых систем с новейшими разработками в области автоматизации и энергосберегающих технологий. ●

ОТОПЛЕНИЕ



Фото компании-производителя.

## Проектирование систем с конденсационными котлами

В последнее время технологии, извлекающие энергию, сокрытую в земле, воде, солнечном свете или ветре, приобретают все большую популярность. На фоне этого разнообразия конденсационным котлом уже мало кого удивит.

Как ни странно, все еще находится немало людей, которые не до конца представляют себе механизм функционирования конденсационного котла, из-за чего возникают грубые ошибки при проектировании системы отопления. В результате дорогая техника не выдает полную мощность и превращается в совершенно обыкновенный газовый котел, только более громоздкий.

Вкратце напомним [1], что из себя представляет механизм конденсации, добавляющий котлу лишние проценты мощности. Конденсация — экзотермический процесс, при котором выделяется теплота фазового перехода, иначе именуемая теплотой конденсации. Температура, при которой начинает образовываться конденсат, называется точкой росы. Смесь водяных паров и других газообразных соединений, из которых состоят дымовые газы, конденсируются при различных температурах, например, температуре около 55–57°C (природный газ), 47°C (жидкое топливо) и т.д. (табл. 1).

На рис. 1 представлен комплексный график, отражающий различные параметры работы отопительной системы. На шкале слева отложена температура подающего и обратного котельных контуров, на нижней шкале — температура наружного воздуха, на шкале справа —

**Для систем с конденсационным котлом потребуются радиаторы с гораздо большей площадью теплообмена и, как следствие, большей емкости. Это увеличит и общий объем теплоносителя в системе**

загруженность отопительной системы: при 100% котел работает на полную мощность. Расположение температурного графика котельного контура под линией, обозначающей точку росы, означает, что в этот момент происходит конденсация. Выше линии конденсация не происходит.

Указанная важнейшая отличительная особенность конденсационного котла подразумевает, что проектировщик не может использовать при расчете системы стандартные шаблоны и привычные расчеты. Ведь приводимые в учебных пособиях методики направлены, как правило, как раз на снижение конденсатообразования, которое губительно для котла традиционного. Кроме того, имеются определенные ограничения, связанные с дымоудалением: конструкция и материал дымохода, отвод конденсата и др., а также с нагревом санитарной воды для бытовых нужд.

⦿ Основные характеристики различных видов топлива

табл. 1

Параметр	Жидкое дизельное топливо EL	Газ				
		природный газ L	природный газ H	коксовый газ	пропан	бутан
Высшая теплота сгорания $H_o$ , кВт·ч/м <sup>3</sup>	10,68	9,78	11,46	5,48	28,02	37,19
Низшая теплота сгорания $H_u$ , кВт·ч/м <sup>3</sup>	10,08	8,83	10,35	4,87	25,8	34,35
Соотношение $H_o/H_u$	1,06	1,11	1,11	1,13	1,09	1,08
Выигрыш в получении энергии $H_o - H_u$ , кВт·ч/м <sup>3</sup>	0,6	0,95	1,11	0,61	2,22	2,84
Точка росы $t_r$ , °C	47	55,1	55,6	59,5	51,4	50,7
Специфическое количество конденсата $m_k$ , кг/м <sup>3</sup>	0,88 кг/л	1,53	1,63	0,89	3,37	4,29
Преимущественный состав	99% C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	83% CH <sub>4</sub>	85% CH <sub>4</sub>	51% H <sub>2</sub>	100% C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	100% C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>

Автор: Людмила МИЛОВА

Различают полную и частичную конденсацию. Полная конденсация происходит, когда весь объем дымовых газов охлаждается до температуры точки росы. Частичная конденсация встречается гораздо чаще. При этом основной поток газов точки росы не достигает и улетает, так сказать, необработанным. Лишь небольшая часть, проходящая непосредственно вблизи стенок теплообменника, охлаждается в достаточной мере, чтобы сконденсироваться.

**Данные, показывающие, насколько эффективен может быть конденсационный котел по сравнению с обычным, представлены в табл. 1.**

Теоретически при сжигании 1 м<sup>3</sup> природного газа может сконденсироваться 1,63 л воды. На основании этого значения определяется эффективность системы. Например, если, согласно показаниям газового счетчика, было израсходовано 30 м<sup>3</sup> газа, максимально возможный выход конденсата составит 30 × 1,63 = 48,9 л. В реальности выделилось лишь 30 л конденсата. Это значит, что эффективность системы в данном случае равна 30/48,9 = 0,613, или 61,3 %.

Заметим, что измерения надо производить одновременно и неоднократно, потому что количество конденсата зависит от многих параметров — наружной температуры, скорости потребления горячей воды и др. При измерениях не помешает правильно оценить возможные объемы, чтобы не ошибиться с емкостью для сбора влаги. Так, при отоплении индивидуального загородного дома на одну семью в течение суток может выделиться до 15 л конденсата. Рассмотрим подробнее особенности проектирова-



❖ Котел Buderus Logamax plus GB162

ния отопительных систем, основанных на конденсационных котлах.

### Снижение температуры теплоносителя

Дымовые газы охлаждаются до температуры пришедшего в котел теплоносителя, поэтому необходимо, чтобы она была ниже точки росы. Для усиления эффекта желательно, чтобы подающая линия также нагревалась до температуры не более 55–57 °С. Идеальным вариантом здесь представляется обустройство во всем доме теплых полов с температурным режимом 40/30 °С. Но по разным причинам такой вариант не всегда возможен.

В большинстве случаев холодный российский климат требует установки именно радиаторов. Обычно они рассчитываются исходя из значений 80/60 °С

или даже 90/70 °С, некоторые производители дают даже вариант 100/80 °С. В нашем же случае предлагается взять из каталога производителя наименьшее значение температурной пары. Оно указано либо явно, либо определяется на основании имеющихся данных для других температур посредством коэффициентов пересчета по формуле [2]:

$$Q = Q_{\text{ном}} \left( \frac{\Delta t_{\text{ln}}}{49,83} \right)^n$$

Здесь формуле Q — тепловая мощность радиатора при рабочих условиях, Вт; Q<sub>ном</sub> — нормированная тепловая мощность радиатора, Вт; n — экспонент характеристики радиатора для отопления помещения, берется из таблиц технических характеристик для соответствующего типа отопительного прибора (определяется при проведении независимых испытаний и регистрации отопительных приборов); Δt<sub>ln</sub> — превышение температуры [°С], рассчитываемое как:

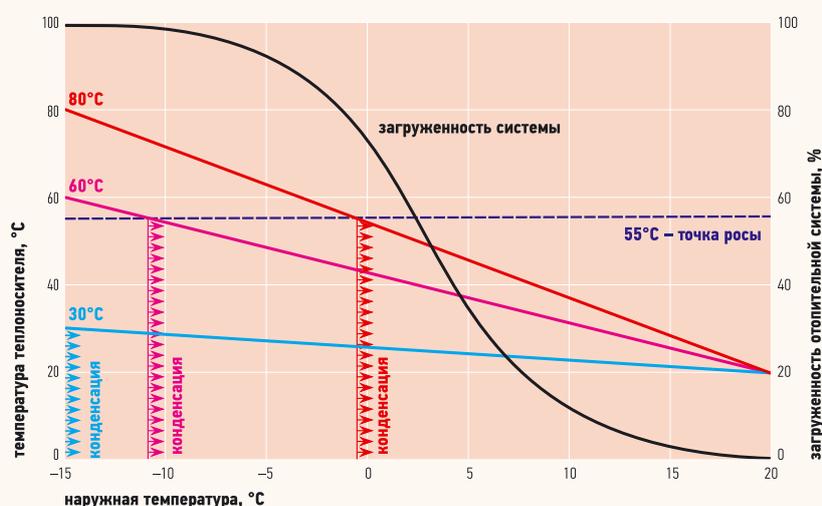
$$\Delta t_{\text{ln}} = \frac{t_v - t_r}{\ln \left( \frac{t_v - t_1}{t_r - t_1} \right)}$$

где t<sub>v</sub> — температура подающей линии, °С; t<sub>r</sub> — температура обратной линии, °С; t<sub>1</sub> — температура в обогреваемом помещении, °С.

### С конденсационными котлами можно рекомендовать использование бойлеров с внешним теплообменником, иначе имеваемых «водонагревателями с послынным нагревом»

Упрощенный расчет можно производить по приводимым производителем таблицам, составленным на основании немецкого норматива DIN EN 442.

В среднем при изменении температурного режима с 90/70 на 75/65 при температуре помещения 20 °С мощность радиатора уменьшается на 20 %, с 90/70 на 70/55 — на 35 %. Вследствие этого потребуются радиаторы с гораздо большей площадью теплообмена и, как следствие, большей емкости. Это увеличивает общий объем теплоносителя в системе и требует тщательного подбора циркуляционного насоса на основании расчетов. Эмпирический подход по упрощенным сентенциям (для котла такой-то мощности хватает такого-то насоса) уже не сработает. Также, по-видимому, потребуется и расширительный бак увеличенной емкости.



❖ Рис. 1. Зависимость эффективности работы системы отопления на основе конденсационного котла от температурных параметров системы

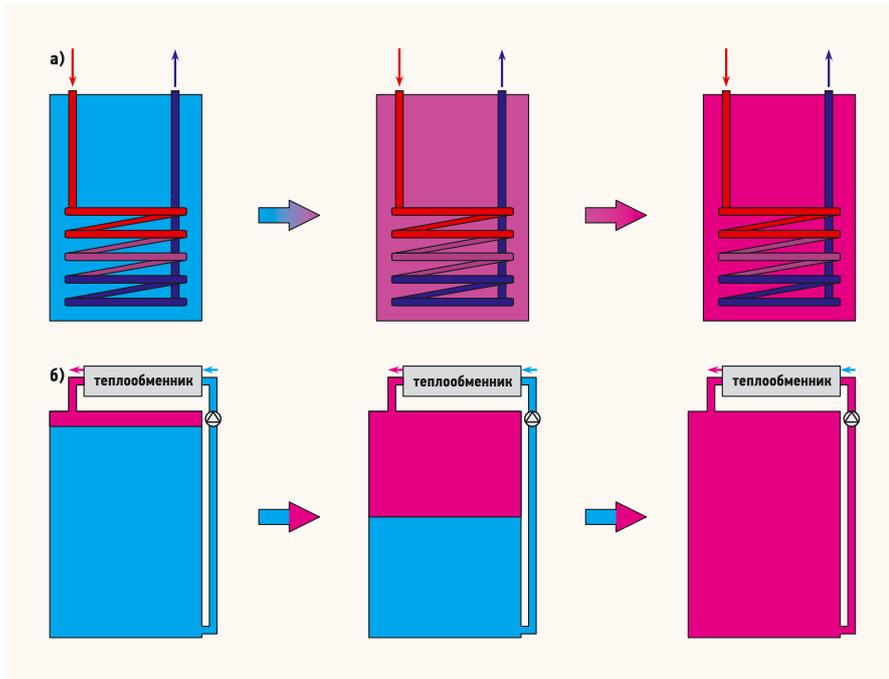


Рис. 2. Этапы нагрева воды в емкостных водонагревателях косвенного нагрева (а — со встроенным теплообменником, постепенный нагрев; б — с внешним теплообменником, послойный нагрев)

При обустройстве низкотемпературного регулируемого контура с трехходовым смесителем желательно рассчитать производительность циркуляционного насоса этого контура так, чтобы объем протекающей через него воды превышал проток через насос котельного контура. В противном случае температура обратной линии будет расти, что воспрепятствует конденсации.

Снижения температуры обратной линии можно добиться и посредством использования обратного теплоносителя радиаторного контура в качестве подающего теплоносителя для теплых полов (подробнее об этом методе см. [4]).

Также необходимо отказаться от различных устройств, повышающих температуру обратной линии котельного контура, таких как четырехходовые вентили, байпасы, предварительный нагрев и т.п. Если только они не выполняют защитную функцию (уже упомянутый регулятор перепуска). Большую помощь в поддержании стабильно низкой температуры воды в котле оказывает погодозависимое и комнатное регулирование, суточной программирование.

Снижение скорости циркуляции теплоносителя в системе помогает, но до определенной степени. У любого котла, и конденсационный — не исключение, существует параметр, именуемый «минимальный проток через котел», при несоблюдении которого вода в трубках закипает и теплообменник разрушается. Для предотвращения кипения в котле, конеч-

но, установлена соответствующая защита, отключающая подачу газа при внештатных ситуациях, но, во-первых, она может не сработать, а во-вторых, подобная эксплуатация прибора «на пределе» сокращает срок его службы и не гарантирует расчетный прогрев помещений.

**Основной проблемой при отводе продуктов сгорания является их невысокая температура, небольшая тяга, склонность к оседанию конденсата, обладающего высокой кислотностью**

Обезопасить котел от закипания можно с помощью регулятора перепуска, который в критической ситуации сбросит часть нагретой воды в подающую ли-

нию. Необходимо, однако, помнить, что это снижает уровень конденсатообразования или вовсе его прекращает. Иными словами, для системы и для КПД котла гораздо выгоднее правильно подобрать скорость движения теплоносителя, чем потом исправлять просчеты.

Объем теплообменника современного конденсационного котла — 2–5 л, в зависимости от типа прибора минимальный проток может составлять 400–600 л/ч, при частичной нагрузке — до 200 л/ч. Это приводит к довольно частому тактованию (50 тыс. раз/год) насоса и горелки по сравнению с котлами, имеющими большой объем (10 тыс. раз/год). Из этого вывод: чем тщательнее будет спроектирована система, чем больше нюансов удастся учесть на этапе планирования, тем лучше получится сберечь дорогостоящую технику.

**Нагрев воды в контуре ГВС**

Если температуру отопительного контура еще можно варьировать в широком диапазоне (в конце концов, нам надо получить в помещении всего 20°C, до которых чисто теоретически и можно опуститься температура обратной линии), с нагревом санитарной воды такие варианты неприемлемы. Наилучшим представляется вариант проточного нагрева горячей воды во вторичном теплообменнике с использованием во время водоразбора только крана горячей воды. Тогда вода нагреется до температуры не выше 45–50°C, и конденсация состоится.

Для семьи из трех и более человек, однако, проточного нагрева может оказаться маловато. В этом случае целесообразно установить емкостной водонагреватель, оснащенный теплообменником. С точки зрения усиления эффекта конденсации желательно выбрать бак большего объема и нагревать в нем воду до более низких температур, по возможности не выше 60°C.



Рис. 3. Величина pH некоторых химических веществ и продуктов

Но это еще не все. В обычном емкостном водонагревателе косвенного нагрева теплообменник расположен внутри водонагревательной емкости, причем нередко практически по всей высоте бака. Это приводит к необходимости всегда использовать для нагрева теплоноситель с максимально возможной температурой. Более низкие температуры могут привести к охлаждению уже нагретой части воды. По мере нагревания воды в баке температура обратной линии все больше поднимается, все меньше тепла отдается воде, и конденсация снижается.

Поэтому для конденсационных котлов можно рекомендовать установку бойлеров с внешним теплообменником, получивших название «водонагреватели с послонным нагревом». Принцип функционирования бойлеров обоих типов показан на рис. 2.

К преимуществам послонного нагрева относятся: практически мгновенная готовность к эксплуатации, поскольку не требуется прогрев всего объема; более низкие температуры теплоносителя (по крайней мере, обратного), достаточные для конденсации, ведь в теплообменник для нагрева всегда поступает холодная вода.

### Отвод продуктов сгорания конденсатного котла

Основной проблемой при отводе продуктов сгорания является их невысокая температура, небольшая тяга, склонность к оседанию конденсата, обладающего высокой кислотностью. Поэтому стандартный, расположенный на крыше здания кирпичный или стальной дымоход здесь не подойдет. Дыму попросту не хватит подъемной силы, чтобы преодолеть высоту. Кроме того, стенки быстро придут в негодность под действием кислоты.

Для этого в имеющийся дымоход делают вставку из кислотоупорного материала. Это могут быть алюминий, боросиликатное стекло, керамика, огнеупорная глина шамот, нержавеющая сталь, различные полимеры.

Обычно производители конденсационных котлов предлагают также и подходящие дымовые трубы. При выборе места размещения термоблока следует также обратить пристальное внимание на максимальную длину воздуховодов, она рассчитана исходя из мощности вентилятора конкретного прибора. Превышение максимально допустимых параметров приведет к плохой тяге, недостаточному доступу воздуха

для горения и неоптимальной работе системы.

Необходимо также помнить о кислотности конденсата. Конденсат состоит преимущественно из растворенных в воде оксидов углерода и различных кислот (угольной, азотной, серной). При сжигании природного газа его *pH* равно 3,5–5,5 (примерно как у пива или вина), жидкого топлива — 1,5–3,5 (как у лимонного сока или уксуса) из-за высокого содержания серы. Получить наглядное представление о кислотности некоторых пищевых продуктов и конденсата дымовых газов можно из следующей схемы (рис. 3).

Кислотность конденсата следует учитывать при его утилизации. При эксплуатации газовых котлов мощностью до 200 кВт конденсат обычно можно сливать в центральную канализацию. Если же используется индивидуальный септик, следует обязательно проверить, не навредят ли кислоты жизнедеятельности бактерий.

Котлы мощностью 200 кВт, а также жидкотопливные модификации производят слишком едкий конденсат, который в исходном виде не подходит для слива, его следует обрабатывать нейтрализатором (также приобретается у производителя котла).

Также немаловажным является материал канализационной трубы, по которой затем будет протекать конденсат. Кислотостойкими материалами являются следующие: керамогранит, поливинилхлорид (PVC), полиэтилен общетехнического назначения (PE-HD), полипропилен (PP), акрилонитрил-стирол-акрилат (ASA), акролонитрил-бутадиен-стирол (ABS), чугун с внутренним эмалированием, сталь с внутренним полимерным покрытием, нержавеющая сталь, а также боросиликатное стекло.

Следуя описанным в настоящей статье рекомендациям на этапе проектирования, можно получить отличные результаты после начала эксплуатации. Предварительные расчеты на бумаге дадут возможность просчитать несколько возможных вариантов, после монтажа системы сделать коррекцию будет значительно сложнее. ●

1. Настенные конденсационные котлы. Обзор рынка // Журнал С.О.К., №7/2010.
2. Компания «Интерма». Каталог конвекторов 1/2010.
3. Buderus. «Радиаторы и комплектующие 2010».
4. Повышение эффективности конденсационного котла с помощью насосных групп // Журнал С.О.К., №9/2009.
5. Vaillant. «Системы с напольными котлами».
6. Интернет-сайт [www.brennwert.info](http://www.brennwert.info).



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»

Тел. (495) 665-00-00

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

оптовые поставки отопительной техники

# Расчет системы водяного отопления

Конечно, перечень рекомендаций при проектировании системы водяного отопления не уместить в одной небольшой статье. Однако соблюдение нижеперечисленных условий поможет в значительной степени обезопасить и обеспечить максимальную эффективность системы.

## 1. Выбор контрольных клапанов не должен базироваться лишь на основании диаметра магистрали

Большинство контрольных клапанов регулируют теплоотдачу за счет изменения расхода теплоносителя постоянной температуры, проходящей через нагревательный прибор. Зависимость между расходом теплоносителя и теплоотдачей прибора не является линейным процессом. Небольшое изменение потока может привести к значительным изменениям теплоотдачи, и наоборот.

Падение давления при прохождении потока через контрольный клапан по отношению к общему падению давления на отводах является важной составляющей надежного контроля. Для обеспечения постоянного контроля по крайней мере 50 % падения давления на ответвлениях должно происходить при полностью открытом контрольном клапане. Для определения падения давления на клапане (когда он полностью открыт) необходимо использовать значение  $C_v$  клапана. Подставив это значение в формулу (1), получим необходимое падение давления:

$$\Delta p = \frac{\rho}{62,4} \left( \frac{f}{C_v} \right)^2, \quad (1)$$

где  $\Delta p$  — падение давления, psi (фунт на квадратный дюйм);  $\rho$  — плотность жидкости (при средних температурах в системе), фунт/фут<sup>3</sup>;  $f$  — расход, галлон/мин;  $C_v$  — коэффициент расхода клапана, галлон/мин.

## Прочностные характеристики элементов системы позволяют широко варьировать величину напора насосов

Значения  $C_v$  клапанов данного размера могут отличаться в зависимости от диаметра седла клапана. Седла меньших размеров обуславливают меньшее значение  $C_v$ . Эти  $C_v$  приведены в техдокументации для клапанов. Размер клапана выбирается исходя из диаметра магистрали, однако эффективность клапана как теплорегулятора зависит от значения  $C_v$ .

## 2. Вода не должна циркулировать через неработающий котел

Не имеет смысла нагретую воду одного котла проводить через другой неработающий котел, где часть тепла воды обязательно рассеется. В каскадной системе разводка магистралей должна быть выполнена и система должна контролироваться таким образом, чтобы вода циркулировала через работающие котлы (это не касается постоянной и периодической продувки). Предпочтительной является параллельное подключение подающей и обратной магистралей для каждого котла (особенно при использовании конденсационного котла), как показано на рис. 1. Это позволяет поддерживать одинаковую температуру воды на входе в каждый котел и, при необходимости, исключение перетока теплоносителя между контурами.

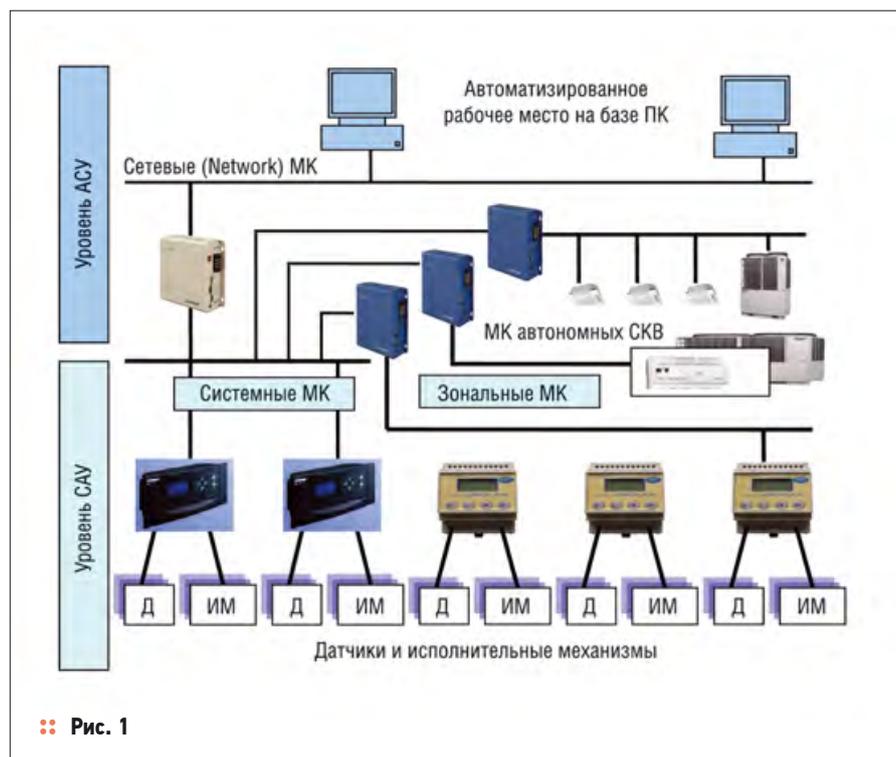


Рис. 1

### 3. Не стоит полагаться на байпасный насос как на средство надежной защиты котла от конденсации водяных паров в топочных газах

Способность байпасного насоса поддерживать температуру входящей воды ниже температуры конденсации обычно ограничена при переходных рабочих условиях системы (значительная температурная разница). Например, если 58,6 кВт·ч подается в систему «теплый пол», расчетная нагрузка которой составляет 58,6 кВт·ч, то, согласно законам термодинамики, насос сможет поддерживать достаточную температуру подающейся в котел воды для предотвращения конденсации водяных паров в топочных газах (рис. 2). Если нагрузка остается постоянной, то процесс является стационарным. Однако проблема заключается в том, что резкое изменение тепловой нагрузки сопровождается быстрым изменением температуры теплоносителя. Холодная плита может поглотить тепловую энергию теплоносителя в три-четыре раза быстрее, чем теплая. В таких условиях, согласно законам той же термодинамики, будет происходить моментальное, значительное охлаждение теплоносителя, необходимое системе для обретения нового равновесия между входящей и исходящей водой. При таких условиях перепускной насос котла будет лишь смешивать содержимое быстро остывающего котла. Во избежание этого необходимо использовать регулятор смешения, который чувствует температуру теплоносителя и моментально реагирует на снижение температуры котла путем ограничения уровня теплопередачи, соответствующей необходимой нагрузке. Большинство современных регуляторов смешения отвечают таким требованиям.

### 4. Без необходимости не завышайте размеры расширительных баков в системах лучистого отопления

Большинство методов расчета размеров баков-расширителей предполагают одновременное достижение всего объема воды в системе максимальной рабочей температуры. Это в сущности невозможно, т.к. некоторое количество воды, проходя через распределительные трубы и отопительные приборы (теплоизлучатели), отдает свое тепло и охлаждается. Если вся вода в системе находится в диапазоне, например, 5 °С, то погрешность вследствие этого предположения является небольшой. Размер расширительного бака остается также неизменным.

Однако, в системах с существенной разницей температур стандартный метод проектирования обычно влечет за собой значительные и ненужные расходы. Хорошим тому примером является система внутриспольного отопления, отапливающая большую площадь («голая» плита). В такой системе большое количество воды находится в трубных контурах пола и ее температура редко превышает 43,3 °С. Небольшое процентное содержание воды от полного ее объема в системе находится в трубах и компонентах до смешивающего устройства со стороны бойлера. В зависимости от особенностей проектирования и способа регулировки системы температура этой воды может составлять до 82,2 °С.

При правильном способе расчета емкости бака-расширителя следует учитывать общее расширение воды в высоко- и низкотемпературных частях системы. По формуле (2) можно рассчитать необходимый объем мембранного расширительного бака путем деления системы на низкотемпературную и высокотемпературную зоны. При низкотемпературной системе напольного отопления, обогревающей большую площадь, необходимо уменьшать емкость бака:

$$V_t = \left[ V_{\text{high}} \left( \frac{\rho_c}{\rho_{\text{high}}} - 1 \right) + V_{\text{low}} \left( \frac{\rho_c}{\rho_{\text{low}}} - 1 \right) \right] \times \frac{\rho_{rv} + 9,7}{\rho_{rv} - p_{\text{air}} - 5}, \quad (2)$$

где  $V_t$  — минимальный необходимый объем бака, галлоны;  $V_{\text{high}}$  — объем жидкости, содержащейся в высокотемпературной зоне системы, галлоны;  $V_{\text{low}}$  — объем жидкости, содержащейся в низкотемпературной зоне системы, галлон;  $\rho_c$  — плотность жидкости при начальной (холодной) температуре, фунт/фут<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{high}}$  — плотность жидкости при максимальной рабочей температуре в высокотемпературной зоне, фунт/фут<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{low}}$  — плотность жидкости при максимальной рабочей температуре в низкотемпературной зоне системы, фунт/фут<sup>3</sup>;  $p_{rv}$  — расчетное давление предохранительного клапана (клапан сброса давления) системы отопления, psig;  $p_{\text{air}}$  — создание избыточного давления со стороны воздуха расширительного резервуара, psig;

$$p_{\text{air}} = H \frac{\rho_c}{144} + 5, \quad (3)$$

где  $H$  — высота от места подключения расширительного резервуара до высшей точки системы отопления, фут;  $\rho_c$  — плотность жидкости при начальной (холодной)



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

На правах рекламы.

ООО «Атлантис Термогрупп»

Тел. (495) 665-00-00

www.atlantis-tg.ru

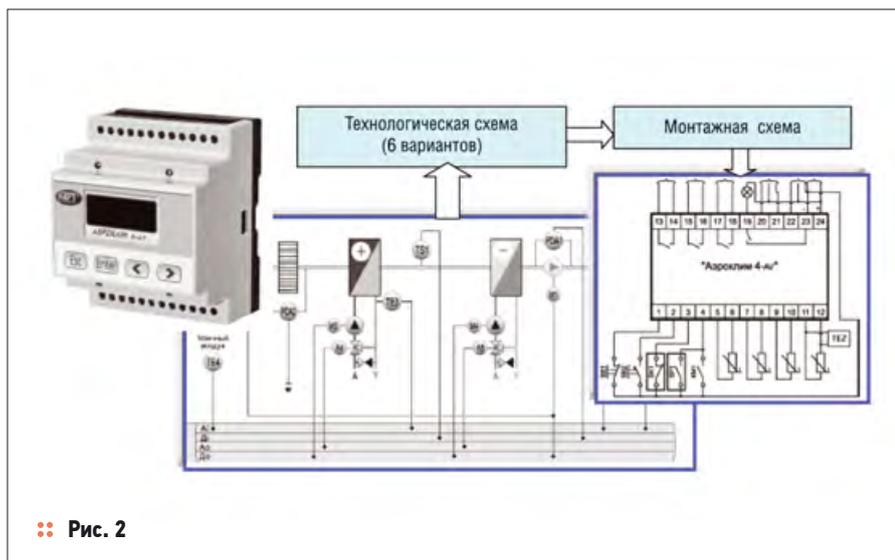
оптовые поставки отопительной техники

•• Основные производители и дистрибьюторы регуляторов на российском рынке

таб. 1

Производитель*	«РАУТ-автоматик»		UNI Control System	Siemens	Honeywell	Regin		«Овен»	TAC
Дистрибьютор	-		«Корсар-Сервис»	«Улис Системс»	-	«АСМ»		«СВ Альтера», «Укртехприбор»	«Климат Инжиниринг»
Тип, марка	«Аркон 2,3»	«Аэротим 4-AV»	MI-120	RLU222	R7426 A, B, C	Optigo 5/10	Regio Mini/Midi/Maxi	TPM133	TAC Xenta100
Напряжение питания	~24 В, 50 Гц = 24 В	~24 В, 50 Гц = 24 В	~24 В, 50 Гц	~24 В, 50 Гц	~24 В, 50 Гц	~24/~24 В, 230 В ± 15% 50-60 Гц	~24 В ± 15% 50-60 Гц	~90-245 В, 47-63 Гц	~24 В или ~220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность	2 Вт	5 Вт	4 Вт	4-7 ВА	3 ВА	6/4 ВА	2,5 ВА	5 ВА	4-8 ВА
Входы (аналоговые / дискретные)	3 / 4	4 / 4	3 / 2	3-5 / 2	3 / -	2/3 / 1/2	до 2 / до 3	6 /	4 / 3
Выходы (аналоговые / дискретные)	1 / 2	2 / 4	2 / 1	3 / 2-6	3 / -	2/2 / -/3	до 2 / до 6	2 / 4	до 2 / до 9
Интерфейс, протокол	-	-	-	-	RS-485	-/-	-/RS-485, TCP/IP, LONTalk	RS-485 («Овен»)	LONTalk
Законы регулирования	ПИД	ПИД	ПИ	П, ПИ, ПИД	П, ПИ	ПИ/ПИД	ПИ	ПИД	П, ПИ
Панель индикации	LED, 3 раз. 7 сег.	LCD, 2×16	LED, 6 раз. 7 сег.	LCD, 3×16	LCD, 1×3	Символьный + 3 раз. 1 сег.	Символьный + 3 раз. 1 сег.	LCD, 2×16	LCD, 4×20
Класс защиты корпуса	IP 20	IP 20	IP 20	IP 40	IP 30	IP 20	IP 20	IP 20	IP 30
Цена**	170 у.е.	220 у.е.	260 у.е.	от 320 у.е.	н.д.	149-225 у.е.	н.д.	250 у.е.	от 300 у.е.

\* В таблицу не включены микропроцессорные одно- и многоканальные регуляторы. \*\* Цены здесь и в последующих таблицах ориентировочные (по прайс-листам поставщиков за прошлый год).



•• Рис. 2

•• Основные производители и дистрибьюторы регуляторов на российском рынке

таб. 2

Производитель	«РАУТ-автоматик»		TAC	Regin
Дистрибьютор	-		«Климат Инжиниринг»	«АСМ»
Тип, марка	«Климавен 4-AV»	«Кадет 4-AV»	TAC 2000	Corrigo E
Напряжение питания	~220 В, 50 Гц	~220 В, 50 Гц	~24 В, 50 Гц	~24 В, 50 Гц
Потребляемая мощность	13 Вт	15 Вт	3 Вт	3 ВА
Входы (аналоговые / дискретные):	5 / 5	8 / 10	6 / 8	2-8 / 3-12
Выходы (аналоговые / дискретные):	3 / 6	4 / 8	3 / 6	1-5 / 2-7
Интерфейс, протокол	RS-485	RS-485 BACnet, MODBus, «Юниверс»	RS-485	RS-485, LONWorks, TCP/IP
Панель индикации	LCD, 2×16	LCD, 2×16	LCD, граф.	LCD, 4×20
Класс защиты корпуса	IP 20	IP 20	IP 40	IP 20, IP 40
Цена	300 у.е.	от 350 у.е.	от 700 у.е.	от 245 у.е.

температуре, фунт/фут<sup>3</sup>, причем:

1 галлон = 3,78 л, 1 фут = 0,3048 м,  
1 фунт = 0,453 кг, 1 дюйм = 0,0254 м,  
1 psig = 6894,757 Па = 0,704 м.

**Близкорасположенные Т-образные трубные сочленения на первичном/вторичном контуре используются для «снятия» перепада давления контуров**

**5. Не объединяйте насосы с существенно отличающимися расходами теплоносителя в рамках одного общего коллектора**

Рассмотрим систему магистралей, показанную на рис. 1а. Если общие магистрали, соединяющие коллекторы, обладают высоким гидравлическим сопротивлением потока, падение давления на этом трубном участке (вследствие работы большего циркуляционного насоса) может быть выше, чем перепад давления, создаваемого при включении малого циркуляционного насоса. Хотя последний насос может работать, он не будет создавать проток теплоносителя в малом контуре. Вместо этого избыточное давление в коллекторах закроет обратный клапан в контуре с меньшим циркуляционным насосом. Большой и меньший насос должны работать одновременно и доставлять и использовать теплоноситель из одного и того же источника, лучше применять параллельную разводку магистралей в первичном/вторичном контурах, как показано на рис. 1б.

## 6. Циркуляционный насос не должен работать в крайних точках кривой производительности

Пересечение кривой потери напора системы с кривой данного циркуляционного насоса определяет рабочий расход в трубном контуре и избыточное давление создаваемое циркуляционным насосом. В идеале это пересечение должно находиться в средней трети кривой производительности насоса настолько близко к точке максимальной эффективности, насколько это возможно. В случае чрезвычайно низкой потери напора насос будет работать в нижней части его кривой. Это значит, что не только эффективность будет стремительно падать, сила тока будет возрастать, даже, возможно, до уровня перегрузки мотора.

Работа насоса в верхней части его кривой также приведет к потере эффективности. Более того, высокий дифференциал давлений повысит осевую нагрузку на подшипники и может вызвать шум потока в системе, особенно когда несколько зональных клапанов закрыты.

## 7. Ручная регулировка смесительных клапанов не сможет обеспечить стабильный контроль температуры теплоносителя

Если температура и расход обоих потоков воды, пропускаемых через клапан, не изменяются, клапан будет успешно смешивать их. Но, к сожалению, такие условия встречаются редко. Поскольку нагрузки распределительной системы постоянно меняются, котел периодически нагревается и остывает, то система работает в постоянно переходных условиях. Для эффективной работы в таких условиях смесительный клапан должен быть оснащен приводом и контроллером.

## 8. Не устанавливайте «микронагрузки» на системе

В многозональной системе отопления часто используют малоинерционные котлы с теплопроизводительностью, скажем, 44 кВт, подключенный к распределительной системе, включающей большое количество зон. Многие из таких систем оснащены контроллером, что запускают котел тогда, когда одной из этих зон «необходимо» тепло. В результате уровень теплопроизводительности котла будет составлять 44 кВт при интенсивности теплорассеивания (величине нагрузки) 1,465 кВт. При этом около 1519 л воды будут поглощать избыток тепловой мощности котла. Нетрудно подсчитать время работы котла при таких условиях. Выходом из ситуации является:

- установка буферного резервуара между котлом с фиксированной теплопроизводительностью и зонированной распределительной системой;
- использование котла с модулированной горелкой, способного определять нагрузки и, соответственно, регулировать теплопроизводительность.

## 9. Не забудьте установить продувочные клапаны во всех вторичных контурах

Близко расположенные Т-образные трубные сочленения на первичном/вторичном контуре используются для «снятия» перепада давления контуров. Это необходимо при нормальных рабочих условиях, т.к. не позволяет сильному продувочному потоку в первичном контуре создать равной силы продувочный поток во вторичных контурах. Без продувки каждого вторичного контура процесс устранения воздуха из системы может занимать несколько часов. Поэтому рекомендуется использовать шаровый клапан (поплавокный шаровой регулятор расхода) и ниппель для рукава на возврате каждого вторичного контура. При закрытом шаровом клапане, открытым ниппеле и клапане быстрого наполнения вода из первичного контура сможет быстро вытеснить скопившийся воздух из всех вторичных контуров.

## 10. Не забывайте, нагретый теплоноситель стремится вверх

При проектировании системы часто забывают учитывать подъемную силу теплого потока. Часто опускают также тот факт, что нагретая вода «стремится» вверх. Это явление называют перемещением тепла или естественной циркуляцией. Такой непровольный поток нагретой воды в системе обычно приводит к проблемам, таким как теплые радиаторы в жаркую летнюю погоду, автоматическое срабатывание клапанов давления и температуры, установка дополнительными водонагревателями своих конвекционных контуров, которые выделяют тепло тогда, когда насос выключен. Чтобы предотвратить эту ситуацию, следует хорошо понимать «поведение» горячей воды в системе с выключенными насосами. Не забудьте оснастить систему обратными клапанами, «тепловыми ловушками» для хорошего контроля теплораспределения. ●



Сделано в Германии

D, DE

reflex



Мембранные расширительные баки для систем холодного и горячего водоснабжения

8–500 л

Logatrend VK

Buderus



Стальные панельные радиаторы отопления со встроенными термостат-вентильми

Экономия энергии

на 5% больше

Ratio

SYR



Фильтры с обратной промывкой для холодной и горячей воды

2–5 м³/ч

На правах рекламы.

ООО «Атлантис Термогрупп»

Тел. (495) 665-00-00

www.atlantis-tg.ru

оптовые поставки отопительной техники

ОТОПЛЕНИЕ

## TESTO: пять лет в России

В начале января 2011 года российское отделение компании Testo AG, ведущего производителя измерительных приборов для различных отраслей промышленности, отметило пятилетие работы на российском рынке.

Конечно, «российская дочка» Testo — «Тэсто Рус» — пришла не на пустое место. Очень давно, задолго до открытия российского офиса, компания Testo была отлично известна специалистам в сфере ОВК и промышленного газового анализа благодаря тому, что оборудование Testo было представлено дилерами на протяжении более 20 лет, но, тем не менее, результаты работы российского отделения впечатляют. За пять лет непосредственного присутствия на рынке компании удалось увеличить оборот более чем в семь раз. Особенно успешным для «Тэсто Рус» стал 2010-й год, зафиксировав рекордный рост оборота компании на 102%, и даже кризисный 2009-й год был завершён ростом на 2%.

По словам генерального директора компании: «Наше положение на рынке в сегменте "Приборы для вентиляции и кондиционирования" всегда было лидирующим, при этом, несомненно, радует тот факт, что рост продаж только за последние два года составил 54 процента. Также традиционно мы сильны и в сфере продаж приборов для рынка отопления — здесь нам удалось увеличить продажи на 42 процента. Мы очень ценим наших клиентов, и они отвечают нам взаимностью, многие обращаются к нам за оборудованием уже не первый раз и никогда не остаются разочарованными. Очень приятно, участвуя в выставках, встречаться с клиентами, которые интересуются нашими новинками не потому, что испытывают потребность в покупке новых инструментов, но потому, что все еще продол-



● Новейшая разработка Testo 2010-го года — полноматричный тепловизор testo 882

**Особенно успешным для «Тэсто Рус» стал 2010-й год, зафиксировав рекордный рост на 102%, и даже кризисный 2009-й был завершён ростом на 2%**

жают работать с приборами, выпущенными десять, а то и 15 лет назад. И, хотя за это время технологии шагнули далеко вперед, наши клиенты довольны тем, что сделал много лет назад выбор в пользу нашего оборудования, они не ошиблись, инвестировав в качество и технологии Testo. Нас как производителя это только радует».

2007-й год, год 50-летия Testo AG, стал для компании в буквальном смысле началом новой эры. Используя знания лучших специалистов в области термографии и огромный научно-исследовательский потенциал Testo в области измерения температуры бесконтактным методом, компания рискнула выйти на новый для себя рынок тепловизионного оборудования, разработав свой первый тепловизор — testo 880. Результаты превзошли все ожидания руководства компании. Тепловизионная техника от немецкого производителя оказалась настолько востребованной на рынке, что для того, чтобы удовлетворить спрос, пришлось внепланово запускать вторую производственную линию. На сегодняшний день в линейке тепловизоров testo четыре модели, в т.ч. и полноматричная версия, выпущенная в конце 2010-го года. «Мы буквально ворвались на рынок тепловизионной техники и сразу заняли достаточно хорошие позиции, — говорит Иван Соколов, генеральный директор российского отделения компании. — Рынок энергоаудита и тепловизионной диагностики в промышленности и ЖКХ в России, по сравнению с европейским, находится на стадии становления, и работать на таком рынке намного интереснее. В нашей стране потенциал для энергосбережения огромен».

«За пять лет, прошедшие с момента основания "Тэсто Рус", удалось добиться многого: многократно увеличена сеть дилеров и партнеров по всей стране, оснащена и запущена современная лаборатория для оказания услуг поверки и калибровки приборов, работает служба технической поддержки пользователей, осуществляется гарантийное и послегарантийное обслуживание приборов. Компания прошла сертификацию по стандарту качества ISO 9001. Мы успешно осваиваем новые для компании рынки, осуществляем сложные проекты в различных сферах: ОВКВ, тяжелая промышленность, фармацевтика, пищевая отрасль. Конечно же, есть новые цели и задачи, есть в чем совершенствоваться!», — комментирует итоги пяти лет работы г-н Соколов. ●

Статья подготовлена пресс-службой компании «Тэсто Рус» (российское отделение Testo AG)



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

ОТОПЛЕНИЕ

## Коллекторы FAR. Полный ассортимент

В начале 1980-х гг. техническим отделом завода FAR был разработан принцип регулирующего коллектора, названного MultiFAR, который завод выпускал эксклюзивно в течение пяти лет в период действия их патента. На данный момент в ассортименте завода FAR есть все типы коллекторов — нерегулируемые, запорно-балансирующие, регулирующие, а также с возможностью автоматического регулирования расхода потока.

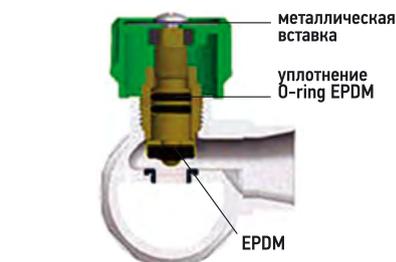


Статья подготовлена пресс-службой компании «Терморос».

### Модульные коллекторы MultiFAR

MultiFAR — это модульные коллекторы со встроенными регулирующими и отсекающими вентилями, изготовленные из DZR-латуни, в которой цинк связан легированием, благодаря чему предотвращается его вымывание. Это гарантирует сохранение прочностных свойств изделия на длительный период эксплуатации. Коллекторы MultiFAR можно использовать как в системе горячего и холодного водоснабжения, так и в системах радиаторного и напольного отопления.

Благодаря вентилям на каждом ответвлении, можно устанавливать или заменять оборудование без отключения или опорожнения всей системы. Каждый регулирующий вентиль снабжен двумя дисками: один сине-красный для обозначения подающей/отводящей магистрали, другой — с наименованием помещений на русском языке для удобства дальнейшей эксплуатации. Управляющая ручка вентиля расположена на передней поверхности, предоставляя пользователю легкость обслуживания без необходимости использования специального оборудования. Затвор и седло кран-бухсы запорно-балансирующего коллектора имеет гладкую металлическую поверхность, что обеспечивает точность регулирования расхода для каждого потребителя. Запорный коллектор можно устанавливать как на обратную, так и на подающую линию.



❖ Присоединение различных типов труб к концевкам FAR с метрической резьбой



❖ Регулирующий коллектор MultiFAR

**Итальянские модульные коллекторы MultiFAR оборудованы встроенными регулирующими и отсекающими вентилями, и изготовлены из DZR-латуни, в которой цинк связан легированием, что предотвращает его вымывание**

### СПРАВКА

Коллекторы предназначены для подвода и распределения рабочей среды от основного трубопровода к сантехническим приборам. Коллекторы позволяют производить поквартирное отопление с установкой узлов учета тепла для каждой квартиры.

Особо следует отметить универсальность отводов коллекторов — с помощью концевок FAR с метрической резьбой или адаптеров типа «еврокonus» трубной резьбой можно присоединить металлопластиковые или пластиковые трубы, в зависимости от предпочтений и бюджета заказчика.

Концовка FAR с метрической резьбой под металлопластиковые, пластиковые, медные и нержавеющие трубы имеет более удлиненное посадочное место (втулку) с двумя уплотнительными кольцами на присоединяемом конусе. Это обеспечивает большую герметичность и надежность резьбового соединения. Концевками FAR к отводам коллектора «напрямую» присоединяются: пластиковые трубы с внешним диаметром 12–20 мм; металлопластиковые трубы с внешним диаметром 14–20 мм; медные трубы диаметром 12–22 мм.

Наличие метрической резьбы исключает «ослабление» соединения даже после многократных циклов охлаждения-нагрева.

Несколько лет назад в ассортимент был введен регулирующий коллектор MultiFAR с проходным диаметром Ду 1¼" и возможностью прямого присоединения металлопластиковых труб диаметром 20 и 26 мм. Если коллектор диаметром 1" в системе отопления допускает максимальный расход теплоносителя 2000 кг/ч и тепловую нагрузку 45 кВт, то коллектор диаметром 1¼" имеет вдвое большую производительность — расход 3500 кг/ч и нагрузку 80 кВт. Пропускная способность коллектора  $K_{VS} = 4,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Подсоединение металлопластиковой трубы 26×3 мм дает возможность прямо от коллектора делать разводку стояков и магистралей с допустимым расходом до 1100 кг/ч, при котором скорость теплоносителя не превышает 1 м/с.

Сборный параллельный коллектор с регулирующими вентилями может использоваться в системах водоснабжения и отопления.

Фото компании-производителя.

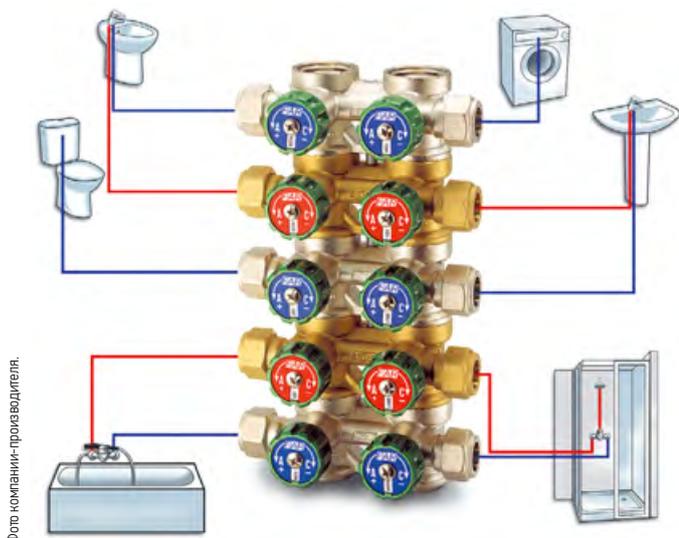


Фото компании-производителя.

❖ Сборный параллельный коллектор FAR

Каждый из блоков коллектора, пропуская воду через сквозные левый и правый вертикальные каналы, имеют только от одного из них выход на левый и правый боковые регулируемые отводы. На коллекторном модуле имеется стрелка направления потока.

Регулирующие коллекторы MultiFAR эксплуатируются во многих объектах России и Европы. Наиболее известные международные объекты — это гостиница «Парус» в городе Дубаи (Объединенные Арабские Эмираты) и офисный центр швейцарской страховой компании «Свисс Рэ» (Swiss Re) в Лондоне.

### Регулирующий коллектор Start

Для равномерной раздачи воды после участка ввода в большинстве случаев необходимы коллекторы с большой пропускной способностью. Для решения такой задачи наиболее эффективно будет использование коллекторов FAR с условным проходом до 2" и размером отводов до 1", коллекторы могут быть как с регулирующей функцией, так и без нее.

Регулируемые коллекторы Start выполненные из DZR-латуни, устойчивы к коррозии,

выдерживают давление в 25 атм и обеспечивают равномерную раздачу воды. Условный проход коллекторов — от 1¼" до 2" и размер отводов от ½" до 1" — обеспечивает необходимую пропускную способность с минимальной потерей напора. Установив коллекторы подобного типа, можно обеспечить подачу теплоносителя от 3,8 до 7,6 м³/ч.

Отдельные модули коллекторов обеспечивают возможность сборки общего коллектора с различными расстояниями между отводами. Коллектор Start из модулей с межосевым расстоянием 100 мм идеально подходит для установки счетчиков воды или зонных вентилялей. Моторизованные зонные вентиляли позволяют управлять температурой в различных комнатах дома в автоматическом режиме.

Межосевые расстояния между отводами длиной 100 и 200 мм дают возможность установить счетчики как вертикально, так и горизонтально. Коллекторы с межосевым расстоянием 200 мм рекомендованы для установки зонных вентилялей и подсоединения циркуляционных насосов при необходимости их установки в котельной.



Фото компании-производителя.

❖ Собранный из отдельных модулей коллектор FAR Start

**Всю свою продукцию компания FAR Rubinetterie S.p.A. производит только из оригинальных европейских комплектующих высочайшего качества, что позволяет гарантированно эксплуатировать продукцию FAR длительное время без каких-либо проблем и серьезного технического обслуживания**

Всю свою продукцию FAR Rubinetterie S.p.A. производит только из оригинальных европейских комплектующих высочайшего качества, что позволяет ее гарантированно эксплуатировать без каких-либо проблем и серьезного обслуживания в течение длительного времени. Но все же, главный аргумент в пользу FAR — максимальное соответствие качества и стоимости продукции, поскольку оборудование этого производителя при всех его достоинствах занимает позиции в среднем ценовом сегменте. ●



Фото компании-производителя.

❖ Терморегулирующий коллектор и терморегулирующая головка FAR



Фото компании-производителя.

❖ Коллектор FAR со встроенными расходомерами

## Технологическая схема энергоэффективной котельной

Важным сектором российской экономики, в котором осуществляется распределение и потребление энергии, является жилищно-коммунальное хозяйство. В сфере ЖКХ самым сложным и энергоемким видом деятельности является производство, распределение и потребление тепловой энергии, которое направлено на теплоснабжение и горячее водоснабжение населения.

**Автор:** С.Б. НЕХОДА, генеральный директор ЗАО «Прикладные теплотехнологии» (г. Саратов)

Принятый Государственной Думой ФЗ РФ от 23 ноября 2009 г. №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» определил регламент энергопотребления для пользователей основных видов энергии. А приказ №262 Министерства регионального развития РФ от 28.10.2010 г., отвечая требованиям Президента России Д.А. Медведева о повышении энергоэффективности российской экономики на 40% к 2020 г., законодательно закрепил указанные рубежи. Вашему вниманию предлагается статья, посвященная поиску инструментов для достижения целей, намеченных Президентом России Д.А. Медведевым.

Важным сектором российской экономики, в котором осуществляется распределение и потребление энергии, является жилищно-коммунальное хозяйство. В свою очередь, в сфере ЖКХ самым сложным и энергоемким видом деятельности является производство, распределение и потребление тепловой энергии, которое направлено на теплоснабжение и горячее водоснабжение населения.

В этом сегменте экономики наиболее высокая эффективность использования тепловой энергии достигается на базе подомовых автономных источников теплоты, т.е. автономных котельных, предназначенных для теплоснабжения конкретного объекта ЖКХ [1, 2].

Автономная котельная в свою очередь представляет собой комплекс из большого количества агрегатов и установок, связанных между собой в соответствии с технологией производства горячей воды как основного теплоносителя в существующих объектах ЖКХ. В настоящее время продолжает применяться котельная технологическая схема, которая представлена на рис. 1.

Одним из инструментов повышения энергоэффективности котельной является построение ее рациональной схемы. Такая схема основывается на оптимизации тепловых и гидравлических режимов работы внутри котельной.

### Автономная котельная — это комплекс из большого количества связанных между собой агрегатов и установок

В этой связи заслуживает внимания серия статей П.А. Хаванова и К.П. Барынина [2], в которых показано, что наиболее рациональной схемой котельной является схема с короткозамкнутым коллектором. Технологическая схема такой котельной представлена на рис. 2 — она обеспечивает все преимущества схемы с гидравлическим разделителем по стабилизации и независимости гидравлических режимов внешних потребителей и узла котельных агрегатов, позволяет снизить массу оборудования, удешевить и упростить компоновку, сделать распределительный узел более компактным и универсальным. Нетрудно заметить, что проведенная П.А. Хавановым и К.П. Барыниным оптимизация практически привела к формированию внутреннего циркуляционного контура котельной (ВЦК).

Применение технологической схемы, представленной на рис. 3, в подомовых автономных источниках теплоты позволяет не только снизить массу оборудования котельной, но и повысить динамические свойства всей системы распределения теплоносителя включая конечных потребителей. Повышение динамических свойств системы распределения теплоносителя ведет к сокращению времени передачи тепла от котельной конечным потребителям, а следовательно, к снижению непроизводительных затрат газа.

Однако наибольший эффект снижения непроизводительных затрат газа в котельных достигается при оснащении их котлами, имеющими высокие динамические характеристики. Анализ, представленный в статье [3] показал, что наилучшие динамические характеристики, т.е. минимальное время нагрева теплоносителя до заданной температуры, имеют маломощные котлы с медными оребренными теплообменниками. В настоящее время в диапа-



Фото компании-производителя.

зоне мощностей от 0,1 до 1,5 МВт на российский рынок поставляются котлы различных производителей, среди которых следует выделить таких производителей как Rendamax (Голландия), Teledyne Laars (США) и Camus Hydronics Ltd. (Канада)

Следует отметить, что схемы с внутренним циркуляционным контуром в сочетании с котлами, оснащенными малоинерционными теплообменниками, имеют широкую и многолетнюю практику применения в странах с суровыми условиями климата, таких как Канада. В этой стране на автономные источники теплоснабжения в виде крышных котельных приходится производство 80% тепловой энергии, вырабатываемой в крупных мегаполисах.

### Повышение динамических свойств системы распределения теплоносителя ведет к сокращению времени передачи тепла конечным потребителям

Анализ такой практики показал, что эффективность использования теплоты газа в системе «от котла до радиатора отопления» составляет в среднем 80%, а в хорошо настроенных системах он поднимается до 85%. Нетрудно заметить, что стремление создать энергоэффективную схему котельной привело к ее упрощению. Как тут не вспомнить известное выражение, но в расширенном виде:

«Все гениальное — просто, а все простое — надежно!». Проверим справедливость этого утверждения на примере котельной с котлами канадской компании Camus Hydronics Ltd.

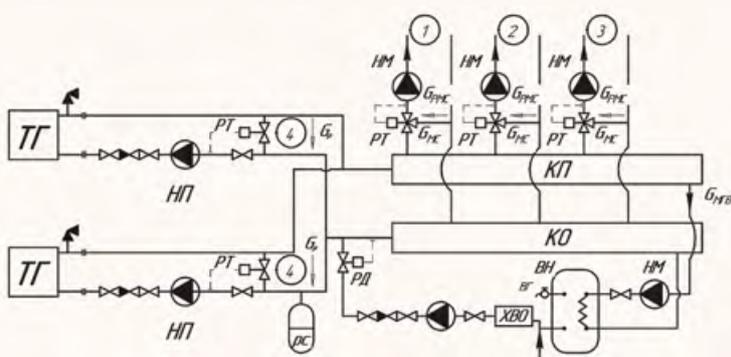
Надежность — способность выполнять свои функции на заданных режимах и в заданных условиях эксплуатации. Она оценивается количественными показателями, наиболее распространенными из которых являются: вероятность безотказной работы  $P(t)$  и средняя наработка на отказ  $T_0$ .

По всем показателям самым важным элементом котельной является котел. Следует заметить, что, в зависимости от сложности котельной, стоимость котлов составляет от 40 до 60% общей стоимости котельной. А наиболее важным элементом котла является теплообменник. Этот элемент и характеризует энергоэффективность котла, т.к. его надежная работа и способность сохранять свои параметры в течение длительного периода времени определяют количество газа необходимого для нагрева воды при прочих равных условиях.

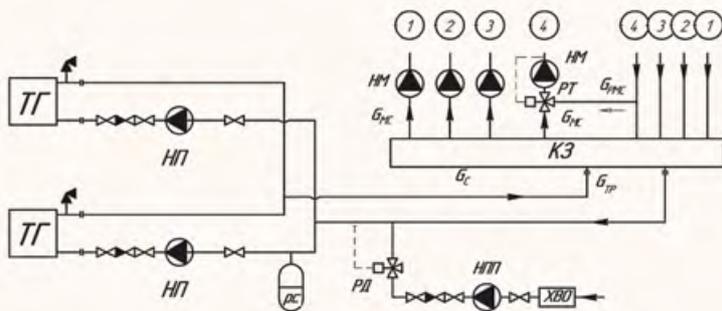
Средняя наработка на отказ  $T_0$  — это математическое ожидание времени работы системы до отказа. Этот показатель также как и вероятность безотказной работы определяется статистической оценкой. В качестве статистической оценки времени наработки на отказ показательно выделить время, на которое распространяется гарантия компании-изготовителя. По этому показателю теплообменники котлов Camus Hydronics Ltd. занимают лидирующие позиции, т.к. компания-изготовитель предоставляет 10 лет гарантии на их безотказную работу.

Итак, применение технологической схемы, представленной на рис. 3, в сочетании с котлами, имеющими динамичные малоинерционные теплообменники, является основой построения энергоэффективных котельных, т.е. инструментом достижения целей, намеченных Президентом России Д.А. Медведевым. ●

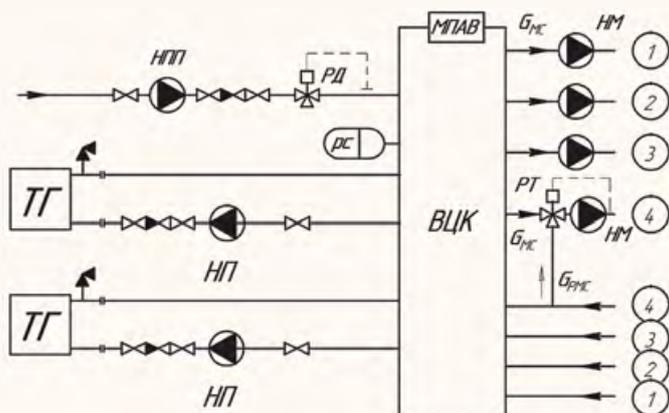
1. Нехода С.Б. Энергосбережение и децентрализация отопления // Журнал С.О.К., №2/2010.
2. Хаванов П.А., Барынин К.П. Оптимизация тепловых и гидравлических режимов работы универсального ряда автономных котельных для ЖКХ // Журнал С.О.К., №10-12/2004.
3. Нехода С.Б. Эффективность и надежность газовых отопительных котлов // Журнал С.О.К., №9/2008.



❖ Рис. 1. Технологическая схема типовой котельной



❖ Рис. 2. Технологическая схема котельной с короткозамкнутым коллектором



❖ Рис. 3. Технологическая схема энергоэффективной котельной



Официальный представитель компании Camus Hydronics Ltd. в России

ЗАО «Прикладные теплотехнологии»  
410054, Саратов, ул. Новоузенская, д. 212  
Тел.: (845-2) 560-182  
E-mail: aht\_russia@mail.ru  
www.teplus.ru

ОТОПЛЕНИЕ

## Подразделение промышленных котлов Ferrolì

Более сотни сотрудников Подразделения промышленных котлов Ferrolì, включая инженеров и высококвалифицированных технических специалистов, обеспечивают высокий уровень качества и ведут постоянный поиск новых эффективных решений, основывающихся на последних достижениях науки и техники, благодаря которым марка Ferrolì обрела известность во всем мире.

Подразделение промышленных котлов создано группой компаний Ferrolì для производства и организации сбыта различных типов отопительного оборудования повышенной мощности. Качество и бережное отношение к окружающей среде — наиболее сильные стороны итальянской компании Ferrolì. Именно поэтому Подразделение промышленных котлов занимает лидирующие позиции в тех сферах промышленного производства, где имеют место повышенные тепловые нагрузки при наличии жесткого экологического контроля за выбросами в атмосферу продуктов сгорания.

Подразделение промышленных котлов Ferrolì — крупнейший на международном рынке производитель, предлагающий широкий ассортимент продукции, включая водогрейные котлы, генераторы перегретой воды, паровые котлы, котлы на диатермическом масле и твердотопливные котлы.

Данное подразделение, занимающее двадцать тысяч квадратных метров, на которых расположены завод, технические и проектные отделы, администрация и коммерческие службы, отвечает требованиям стандартов ISO 9001, что подтверждено документом, выданным сертификационным органом TUV SUD.

Работа Подразделения промышленных котлов организована по принципу «отдельного проекта». Вся продукция, созданная усилиями команды профессионалов, способных удовлетворить любые запросы клиентов с использованием самых передовых технических разработок, материалов и технологических процессов, соответствующих Еuronormам, сертифицирована в Европейском Союзе и во многих странах за его пределами. Гибкость производственных процессов, применяемых на заводах Ferrolì, позволяет предприятию удовлетворять самые разнообразные потребности рынка, начиная с простой системы отопления и заканчивая сложнейшими ТЭЦ, обслуживающими системы централизованного теплоснабжения и промышленные предприятия.

Технические специалисты предприятия обладают соответствующей квалификацией,

### В результате осуществления инвестиционной программы стал возможным высокий уровень автоматизации выполняемых операций

позволяющей им осуществлять неразрушающий контроль второго уровня (ультразвуковой, рентгенографический контроль, дефектоскопию методом проникающей жидкости) и применять различные технологии сварки, сертифицированные Итальянским институтом сварки, в соответствии со стандартом EN ISO 3834, охватывающие весь комплекс сварочных операций, предусмотренных нашими проектами, включая дуговую сварку под флюсом, аргодуговую сварку, сварку электродами с основным покрытием и сварку электродной проволокой. В результате осуществления инвестиционной программы стал возможным высокий уровень автоматизации выполняемых операций.

Подразделение промышленных котлов Ferrolì предлагает на мировом рынке котлы мощностью от 100 кВт до 19,5 МВт:

- водогрейные котлы, генераторы перегретой воды и паровые котлы (трехходовые, с реверсивной топкой);
- котлы, работающие на диатермическом масле;
- твердотопливные водогрейные котлы, котлы для производства перегретой воды и насыщенного пара.

Все котлы могут работать с горелками любого типа: газовыми, дизельными, на мазуте, а также двухтопливными горелками (газ/дизель или газ/мазут).

Подразделение промышленных котлов Ferrolì представлено на российском рынке на протяжении многих лет в области поставки высоконадежных продуктов и достижения оптимальных результатов для конечных клиентов. В качестве примера технической компетентности Ferrolì в промышленном секторе можно привести выполненный проект на фабрике по производству сока в Калужской области, где установлены два высокоэффективных паровых генератора с трехходовой топкой полной производительностью пара 12 т/ч. Два паровых котла были поставлены с экономайзерами для увеличения эффективности и электронной системой управления, основанной на автоматике Siemens PLC, для управления всей котельной. Кроме того, в котельной установлены два деаэратора Ferrolì и выполнена полная химическая подготовка воды. ●

**ООО «Тадел» — официальный дистрибьютор оборудования Ferrolì в России**

Тел/факс: (495) 917-18-73  
www.tadel.ru



Фото компании-производителя.

Статья подготовлена специалистами компании «Тадел».

# Ferrolì

## Промышленные ОТОПИТЕЛЬНЫЕ КОТЛЫ



Системы  
кондиционирования и  
вентиляции

ООО "Тадел" - официальный дистрибьютор  
Ferrolì в России

тел/факс: 8(495) 617-18-73

г. Москва, Михалковская ул., д. 63 Б, стр. 4

e-mail: [info@tadel.ru](mailto:info@tadel.ru)

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



Лучшие покупатели оборудования Ferrolì поедут  
с нами в Италию! Подробности акции можно  
узнать по телефону у наших менеджеров.

ОТОПЛЕНИЕ

## Децентрализованное снабжение сжиженным газом

В статье излагаются результаты технико-экономических исследований децентрализованных систем снабжения потребителей сжиженным газом от индивидуальных баллонных и резервуарных установок. Приводится обоснование схемно-параметрических решений источников газоснабжения, даются рекомендации по выбору рациональной области применения баллонных и резервуарных установок сжиженного газа для газоснабжения индивидуальных жилых зданий (коттеджного) типа.

**Авторы:** Б.Н. КУРИЦЫН, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция»; Е.В. ИВАНОВА, аспирант, Саратовский государственный технический университет (СГТУ)



www.freewallpaper.com

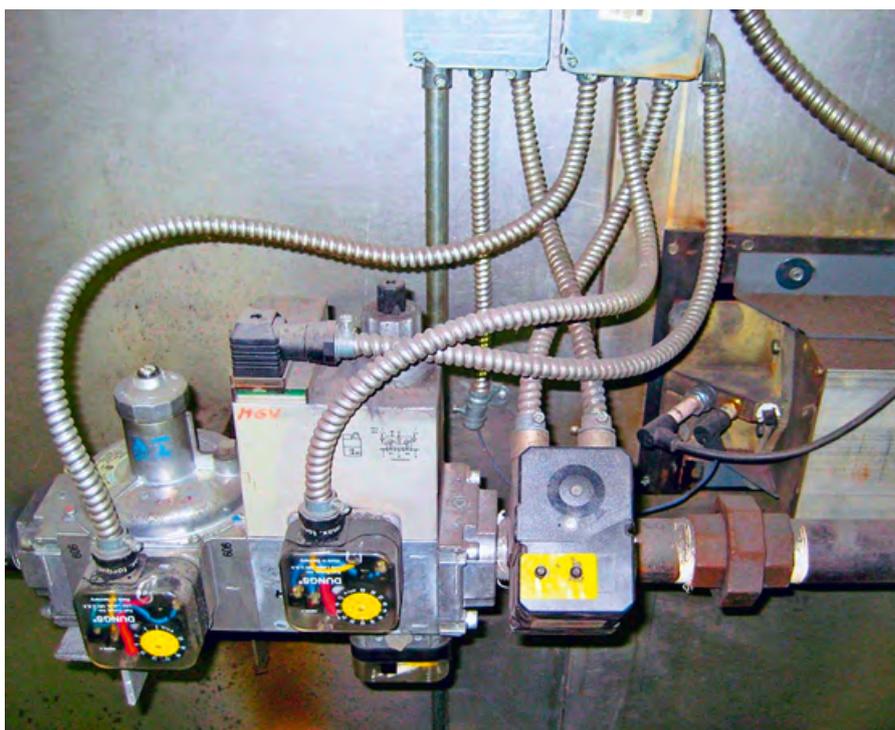
В современной практике снабжение потребителей сжиженным газом реализуется в двух вариантах: централизованно (на базе групповых резервуарных установок) и децентрализованно (на базе индивидуальных газобаллонных установок емкостью 50 л). Первая схема применяется при газификации жилых массивов с многоэтажной застройкой. Вторая — при газификации жилых массивов с одноэтажной застройкой. Но сложившаяся практика газификации населенных пунктов одноэтажной застройки только на базе газобаллонных установок не отвечает современным техническим и социально-экономическим требованиям к системам инженерного оборудования.

Низкая паропроизводительность газобаллонных установок в сочетании с небольшим запасом газа у потребителя исключает применение газообразного топлива на нужды отопления и обуславливает использование на эти цели твердого топлива (уголь, дрова). Указанное обстоятельство негативно сказывается на

санитарно-гигиенических условиях жизни населения, ухудшает экологию населенных пунктов, снижает общий уровень и культуру инженерного сервиса. Таким образом, газификация процесса отопления зданий требует обязательного применения резервуарных установок.

### Применение газобаллонных установок по сравнению с резервуарными снижает капитальные вложения в сооружение систем газоснабжения

Для децентрализованного газоснабжения жилых коттеджных зданий кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция» СГТУ разработан оптимальный типоряд индивидуальных резервуарных установок на базе подземных вертикальных резервуаров с естественной регазификацией сжиженного газа [1]. Предложенный типоряд максимально учитывает кон-



www.freewallpaper.com

кретные особенности объектов газоснабжения и обеспечивает надежную, безопасную и экономичную эксплуатацию систем газоснабжения при использовании сжиженного газа с повышенным (до 50%) содержанием бутана (табл. 1). Как видно из табл. 1, при использовании газа на нужды пище-приготовления (пищеприготовления горячего водоснабжения) в качестве базового варианта может быть принята децентрализованная система газоснабжения от индивидуального подземного резервуара объемом 1,3 м<sup>3</sup>, а в качестве альтернативы — баллонная система газоснабжения от индивидуальной газобаллонной установки емкостью 50 л, размещенной в кухне.

Применение газобаллонных установок по сравнению с резервуарными снижает капитальные вложения в сооружения систем газоснабжения. Вместе с тем, увеличиваются транспортные расходы по доставке газа потребителям и затраты газонаполнительной станции (ГНС) по его реализации. Следует отметить также, что устойчивое газоснабжение потребителей от баллонных установок с максимальной обеспеченностью газопотребления требует остаточного уровня газа в баллоне в размере 25–32% [2], что обуславливает соответствующие затраты по сливу неиспарившихся остатков и дополнительные транспортные расходы. В этой связи выбор рациональной области применения систем децентрализованного снабжения сжиженным газом на базе баллонных и резервуарных установок требует экономического обоснования.

Примем в качестве целевой функции задачи удельные дисконтированные затраты (на 1 т газа) по комплексу «ГНС–потребитель». Поскольку затраты в газовые приборы потребителя по сравнимым вариантам одинаковы, рассмотрим только несбалансированные составляющие затрат. Удельные затраты в резервуарные системы газоснабжения ( $Z_p$ , руб/т), включают: затраты по ГНС ( $Z_{p,ГНС}$ ), автомобильному транспорту ( $Z_{p,а.т}$ ), резервуарным установкам ( $Z_{p,у}$ ), наружным и внутренним газопроводам ( $Z_{н.в.г}$ ):

$$Z_p = Z_{p,ГНС} + Z_{p,а.т} + Z_{p,у} + Z_{н.в.г}. \quad (1)$$

Аналогичные затраты в баллонные системы газоснабжения ( $Z_б$ , руб/т) включают: затраты по ГНС ( $Z_{б,ГНС}$ ), автомобильному транспорту ( $Z_{б,а.т}$ ) и внутриквартирным газобаллонным установкам ( $Z_{б,у}$ ):

$$Z_б = Z_{б,ГНС} + Z_{б,а.т} + Z_{б,у}. \quad (2)$$

Численные значения составляющих затрат в уравнениях (1) и (2) полученные по результатам проведенных исследований и выраженные в устойчивой валюте (USD) и представлены в табл. 2. Как видно из таблицы, удельные затраты по ГНС определяются по формуле:

$$Z_{ГНС} = \frac{A}{N^{0,8}}, \quad (3)$$

где  $A$  — стоимостной параметр, (руб·т<sup>0,8</sup>)/год<sup>1,8</sup>;  $N$  — мощность станции, т/год. Аналогичные затраты по автомобильному транспорту определяются так:

$$Z_{а.т} = a + bl, \quad (4)$$

где  $a$  и  $b$  — стоимостные параметры [руб/т и руб/(т·км)], численные значения которых зависят от способа доставки сжиженного газа (в баллонах или автоцистерной), дорожных условий и других обстоятельств;  $l$  — удаленность населенного пункта от ГНС по автомобильным дорогам, км. Преобразуем (1) и (2) с учетом (3) и (4).

В результате получим:

$$Z_p = \frac{A_p}{N^{0,8}} + a_p + b_p l + Z_{p,у} + Z_{н.в.г}, \quad (5)$$

$$Z_б = \frac{A_б}{N^{0,8}} + a_б + b_б l + Z_{б,у}. \quad (6)$$

Численный анализ приведенных зависимостей (5) и (6), показывает что имеет место следующее

$$\begin{cases} \frac{A_p}{N^{0,8}} < \frac{A_б}{N^{0,8}}; \\ a_p + b_p l < a_б + b_б l; \\ Z_{p,у} + Z_{н.в.г} > Z_{б,у}. \end{cases} \quad (7)$$

Следовательно, при небольшой удаленности потребителя от газонаполнительной станции имеет место отношение  $Z_p > Z_б$  и наоборот. Критическое расстояние доставки продукта  $l_{кр}$ , при котором затраты в резервуарные и баллонные системы газоснабжения одинаковы, находятся из равенства  $Z_p = Z_б$ . Приравнявая (5) и (6), и решая полученное уравнение, имеем:

$$l_{кр} = \frac{1}{b_б - b_p} \left( \frac{A_p}{N^{0,8}} + a_p + Z_{p,у} + Z_{н.в.г} - \frac{A_б}{N^{0,8}} - a_б - Z_{б,у} \right). \quad (8)$$

Таким образом, можно сделать вывод, что при  $l < l_{кр}$  населенный пункт целесообразно газифицировать от баллонных установок, а при  $l > l_{кр}$  — от резервуарных установок.

В целях практической реализации данной предложенной экономико-математической модели (1)–(8) обосно-



## 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)

вания рациональной области применения децентрализованных систем снабжения сжиженным газом были проведены соответствующие расчеты.

### Низкая паропроизводительность газобаллонных установок исключает применение газообразного топлива на нужды отопления

В расчетах использовались следующие исходные данные и предпосылки:

1. Источник децентрализованного газоснабжения: индивидуальный подземный резервуар сжиженного газа объемом  $V = 1,3 \text{ м}^3$ , а также индивидуальная газобаллонная установка установленным объемом  $V = 50 \text{ л}$ .
2. Газовое оборудование квартир: газовые плиты, а также газовые плиты и проточные водонагреватели.

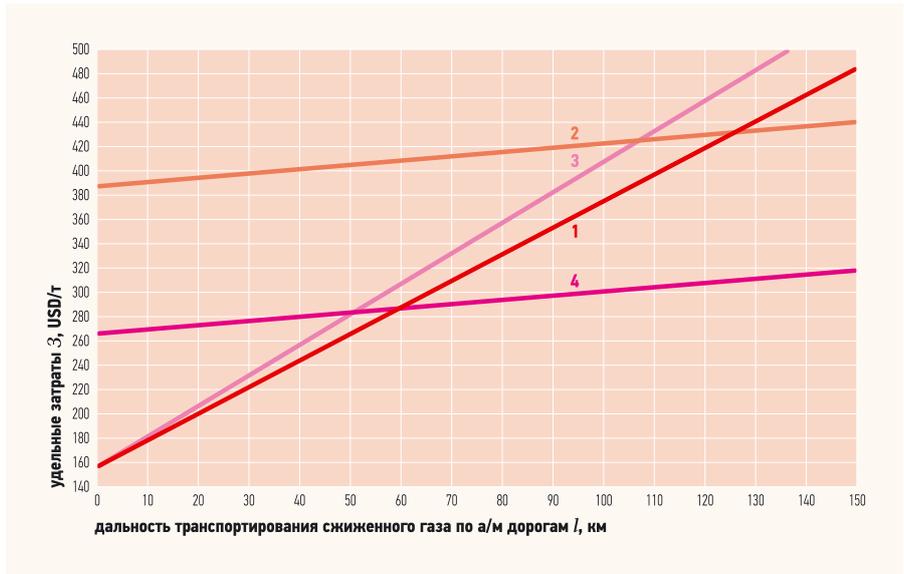


Рис. 1. К выбору рациональной области применения баллонных и резервуарных систем децентрализованного снабжения сжиженным газом (1 — баллонное газоснабжение, потребитель — газовые плиты; 2 — резервуарное газоснабжение, потребитель — газовые плиты; 3 — баллонное газоснабжение, потребитель — газовые плиты и проточные водонагреватели; 4 — резервуарное газоснабжение, потребитель — газовые плиты и проточные водонагреватели)

К выбору оптимального типоразмера подземного резервуара сжиженного газа табл. 1

Характеристика объекта газоснабжения	Максимальный часовой расход газа $g_{\text{max}}$ , кг/ч	В том числе на отопление $g_{\text{max.от}}$ , кг/ч	Рекомендуемый объем резервуара $V_{\text{р}}$ , м <sup>3</sup>
Усадебные (коттеджные) здания, газовые плиты	0,70	0	1,3
То же, плиты и водонагреватели	2,24	0	1,3
Усадебные здания, газовые плиты и печи (котлы) непрерывного действия	1,61 / 1,36	0,90 / 0,66	2,3 / 1,3
Усадебные здания, газовые плиты, газовые печи периодического действия	6,10 / 4,63	5,39 / 3,93	3,0 / 2,3
Коттеджные здания, газовые плиты, водонагреватели и газовые отопительные котлы	3,78 / 3,31	1,61 / 1,14	3,0 / 2,3

Примечания: 1) в числителе — холодная климатическая зона, в знаменателе — умеренно теплая климатическая зона; 2) характеристика зданий: усадебные — площадью 80 м<sup>2</sup> (одноэтажные), коттеджные — площадью 160 м<sup>2</sup> (двухэтажные); 3) теплозащита ограждающих конструкций — повышенная в соответствии с требованиями СНиП.

Удельные технико-экономические показатели систем снабжения сжиженным газом табл. 2

Элементы системы газоснабжения	Удельные затраты при оборудовании квартир 3, USD на 1 т реализуемого продукта	
	газовыми плитами	плитами и водонагреват.
<b>1. Газонаполнительная станция при реализации газа:</b>		
— через групповые резервуарные установки	$80300 / N^{0,8}$	$80300 / N^{0,8}$
— в баллонах	$157260 / N^{0,8}$	$180997 / N^{0,8}$
<b>2. Автотранспорт для доставки сжиженного газа потребителям по грунтовым автомобильным дорогам:</b>		
— автоцистерной АЦТ-8-130	$2,701 + 0,587l$	$2,701 + 0,587l$
— баллоновозом СПБ-52	$30,196 + 3,862l$	$34,754 + 4,446l$
<b>то же, по автодорогам с переходным типом покрытия:</b>		
— автоцистерной АЦТ-8-130	$2,701 + 0,331l$	$2,701 + 0,331l$
— баллоновозом СПБ-52	$30,196 + 2,183l$	$34,754 + 2,512l$
<b>то же, по автодорогам с асфальтобетонным покрытием:</b>		
— автоцистерной АЦТ-8-130	$2,701 + 0,239l$	$2,701 + 0,239l$
— баллоновозом СПБ-52	$30,196 + 1,489l$	$34,754 + 1,714l$
<b>3. Резервуарные установки</b>	329	210
<b>4. Наружный и внутренний газопровод</b>	12	12
<b>5. Внутриквартирные газобаллонные установки</b>	41	26

3. Тип автомобильных дорог: 50% дорог с твердым покрытием, 30% — с покрытием переходного типа, 20% — грунтовые дороги.
4. Мощность газонаполнительной станции  $N = 12 \text{ тыс. т/год}$ .

**По имеющейся методике можно точно указать, в каких случаях населенный пункт целесообразно газифицировать от баллонных, а в каких — от резервуарных установок**

Результаты расчетов представлены на графике (рис. 1). Как видно из графика, экономически обоснованная область применения баллонных систем газоснабжения ограничена удаленностью населенных пунктов от ГНС на расстоянии до 125 км (газовые плиты) и до 50 км (газовые плиты и водонагреватели). При большей удаленности потребителей целесообразно использовать резервуарные системы газоснабжения. ●

1. Курицын Б.Н., Усачев А.П., Шамин О.Б. Оптимизация геометрических параметров резервуарных установок сжиженного газа // Совершенствование систем теплогасоснабжения и вентиляции: Межвуз. науч. сб. — Саратов: СГТУ, 1994.
2. Курицын Б.Н., Иванова Е.В. Децентрализованные системы снабжения газом на базе индивидуальных газобаллонных установок // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газоснабжения: Сб. науч. трудов. — Саратов: СГТУ, 2005.



# БАЛТИЙСКАЯ ГАЗОВАЯ КОМПАНИЯ

## КОНЦЕРН



На правах рекламы.

**NEVA**  
**LUX**

**MG**  
MASTER GAS

**VEKTOR** **Lux**<sup>TM</sup>

ГАЗОВЫЕ КОТЛЫ • ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ • РАДИАТОРЫ • ФИТИНГИ

Приглашаем Вас ознакомиться с продукцией «Балтийской Газовой Компании» на «Южном Архитектурно-Строительном Форуме», в рамках 21-го Международного Строительного Форума, который пройдет в Краснодаре с 02 по 05 марта 2011 г.



ЮАСФ /2010

Южный архитектурно-строительный форум

Павильон №3, место №3106

## Применение аппаратов ТТАИ

Теплообменные аппараты составляют исключительно многочисленную группу теплового оборудования, занимая значительные производственные площади и превышая зачастую 50 % стоимости общей комплектации в теплоэнергетике, химической и нефтеперерабатывающей промышленности. Правильный выбор теплообменников представляется исключительно важной задачей.

Тонкостенные теплообменные аппараты интенсифицированные (ТТАИ) созданы предприятием ООО «Теплообмен» (г. Севастополь). В 1993 г. на типоразмерный ряд аппаратов типа ТТАИ в Госстандарте Украины утверждены технические условия ТУ 551.М.Т.065113-001–93. На серийный выпуск теплообменников ТТАИ получен Сертификат соответствия Госстандарта России.

Теплообменные аппараты составляют исключительно многочисленную группу теплового оборудования, занимая значительные производственные площади и превышая зачастую 50 % стоимости общей комплектации в теплоэнергетике, химической и нефтеперерабатывающей промышленности и ряде других отраслей. Правильный выбор теплообменников представляется исключительно важной задачей, но для того, чтобы правильно подобрать и затем «привязать» теплообменник проектант должен правильно сформулировать исходные данные для такого подбора.

Надо помнить, что подбор теплообменного аппарата является достаточно сложной задачей, т.к. предполагает учет и взаимовлияние семи независимых параметров: расходов нагреваемой и греющей сред, их температур на входе в аппарат, температуры одной из них на выходе из аппарата, и допустимых потерь напора по обеим средам. Изменение хотя бы одного из этих семи параметров неминуемо приводит к изменению типоразмера аппарата. Провести подбор аппарата только по теплосъему (что часто нас просят выполнить) в принципе невозможно и если кто-то это осуществляет, то это свидетельствует о недостаточно профессиональном подходе проектанта к решению стоящей задачи.

На стадии проектирования кроются наиболее коварные ошибки. Дело в том, что ошиб-

ки проектанта, скажем, в отличие от ошибок монтажников или обслуживающего персонала, как правило, не очевидны для потребителя, и вместе с тем именно эти ошибки порождают наиболее неприятные последствия. Действительно, если ошибка монтажной или эксплуатирующей фирмы в худшем случае может привести к поломке аппарата и, как следствие, к необходимости его ремонта, то ошибки проектанта способны сделать неработоспособными или ограниченно работоспособными целые технические комплексы.

**Надо помнить, что подбор теплообменного аппарата является достаточно сложной задачей, т.к. предполагает учет и взаимовлияние семи независимых параметров: расходов нагреваемой и греющей сред, их температур на входе в аппарат, температуры одной из них на выходе из аппарата, и допустимых потерь напора по обеим средам**

Причем выявить эти просчеты бывает значительно труднее, а исправить вообще удается не всегда.

С другой стороны, высокопрофессиональный проектант сможет так спроектировать объект, грамотно выявляя и используя преимущества аппаратов ТТАИ, в первую очередь их псевдоодномерность и исключительно малый вес, что хозяин объекта потом будет показывать своим гостям-специалистам объект и с гордостью предлагать задачу: *«Найдите, где у меня находится теплообменник,*



Фото предоставлено автором.

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

обеспечивающий отопление (горячее водоснабжение) всей гостиницы (завода)». Эта ситуация взята из жизни. Удачных примеров грамотного применения и расположения наших теплообменников достаточно много и обо всех рассказать невозможно, да и нет необходимости.

Для наглядности имеет смысл привести пару примеров. В их числе — тепловый пункт центрального офисного здания Киевской областной дирекции Укрсоцбанка, тепловый пункт в г. Воронеже (см. фото), тепловый пункт гостиницы «Русь» в г. Киеве (фото и описание теплового пункта — в статье к.т.н. В.Ф. Гершковича в сборнике «Энергосбережение в зданиях» №1(14)/2002). С некоторыми из таких объектов связаны почти анекдотичные ситуации. Например, когда осуществлялась приемка теплового пункта в здании Укрсоцбанка, то один из специалистов, участвовавших в приемке, стоя на месте, с которого впоследствии была сделана приведенная в первой статье фотография, спросил у тех, кто сдавал работу: «А когда вы планируете установить скоростник для нагрева воды ГВС?».

Не менее показателен тепловой пункт в Воронеже. На этом объекте заказчик хотел установить блочный тепловой пункт, смонтированный на базе импортных пластинчатых теплообменных аппаратов, но мог выделить под него только узкое помещение, что-то типа коридора. Эта задача оказалась нерешаемой. Требовалось выделить другое помещение, где заказчик планировал разместить склад оборудования. Благодаря применению теплообменников ТТАИ и грамотному исполнению теплового пункта (мы называем это «планшетным» исполнением), тепловой пункт был размещен в этом узком и протяженном помещении, непригодном для использования в других целях, а склад разместился на своих площадях. Интересен и тепловой пункт гостиницы «Русь», где на тех же площадях удалось разместить теплообменники на удвоенную нагрузку, т.е. обеспечить 100% резерв, что для гостиницы такого уровня необходимо, не только не заняв при этом дополнительно ни одного квадратного метра, но и освободив площадь для размещения другого оборудования.

Такие примеры можно множить и множить, упомянув, к примеру, тепловой пункт, где теплообменник расположен над оконным проемом, как карниз для гардины или теплообменник, смонтированный в пучке труб, как элемент трубопровода и теплоизолированный теми же изоляционными материалами, что привело к тому, что теплообменник вообще искали, следуя вдоль трубопровода горячей воды. Однако не это является целью данной статьи. Поэтому обратимся к анализу типичных ошибок на стадии проектирования.

Наверное, наиболее распространенной, первой по вероятности появления, ошибкой



Фото предоставлено автором.

является неверно выбранные температуры, в первую очередь греющей среды. Сплошь и рядом нам для подбора теплообменников задают график греющей воды 150/70 °С. Но ведь всем без исключения известно, что уже давным-давно температуры 150 °С тепловые сети не держат ни при каких морозах.

### **Надо помнить, что подбор теплообменного аппарата является достаточно сложной задачей, т.к. предполагает учет и взаимовлияние многих независимых параметров**

А ведь входная температура греющей среды является одним из определяющих факторов. Естественно, что теплообменник, рассчитанный на такую входную температуру, будет обеспечивать совсем иной, меньший теплосъем при реально имеющихся температурах на уровне 100 °С. Зачастую, привязываясь к собственной котельной, проектант задает максимальную температуру, которую может и реально в морозы поддерживает котел, скажем 95 °С. Но ведь летом горячая вода нужна тоже, а гонять в июле котел на температурном уровне 95 °С по крайней мере нецелесообразно. И такие ошибки совершаются довольно часто, даже на объектах, где этого можно было бы избежать, по крайней мере, где работали проектанты, а не сам заказчик выбирал параметры для выбора теплообменника.

Например, одна из севастопольских проектных организаций сделала проект реконструкции теплоснабжения одной из элитных гостиниц южного берега Крыма, заложив именно такой подход. Когда заказчик, неудовлетворенный работой установки в летний период, стал обращаться к проектанту, проектировщики ответили, что это виноваты теплооб-

менники, которые себя не «зареккомендовали». Это и есть тот случай, когда выявить истинную причину заказчику довольно сложно. Однако в этом случае попался достаточно грамотный заказчик, который обеспечил корректное проведение контрольных испытаний, и все стало на свои места. Оказалось, что теплообменники полностью выдают то, что должны выдавать на тех параметрах, которые на них подаются. А вот необходимые параметры-то и не были обеспечены. Во-первых, летом автоматика котла держала воду на уровне 80 °С, а во-вторых, и это тоже ошибка проектанта, которую не хотелось признавать, был неправильно выбран насос греющей воды, который не обеспечивал заданного расхода.

И это вторая из возможных ошибок на стадии проектирования — не согласованность между собой оборудования. Например, в Черкассах на одном из объектов не хватало горячей воды. Виновный в этой плачевной ситуации был назначен сразу же — теплообменный аппарат, ведь это он «недогревает» воду до нужной температуры, из него вода выходит недостаточно горячей. Однако в процессе детального разбора ситуации с участием наших специалистов оказалось, что почему-то в тряпте греющей воды, собранный из труб Ду80, был врезан регулирующий вентиль Ду50, который просто не в состоянии был пропустить нужного количества греющей воды (что легко определялось из уравнения теплового баланса). Когда вентиль заменили, все стало на свои места. Или, например, для одного из детских оздоровительных лагерей под Киевом был подобран и изготовлен теплообменник для ГВС, источником тепла для которого должен был служить электродкотел. Вскоре выяснилось, что воды не хватает, хотя ее потребность в здании на подбор аппарата была указана верно, да и температуры греющей воды соответствовали паспортным на котел. Однако те, кто выдавал нам ТЗ на подбор аппаратов, забыли

согласовать свои желания со своими возможностями. Теплообменник должен был выдавать горячей воды в объеме, соответствующем примерно 50 кВт, а установленный котел имел паспортную мощность 20 кВт.

Третьей ошибкой по частоте появления, если речь идет о нашей работе с проектантами, и наверняка первой, если задание, пытаюсь сэкономить на проекте, выдает заказчик, является несоответствие реальной и заявленной потребности в горячей воде (в общем случае — в тепле). Для одного из жилых домов в Одессе по исходным данным, выданным заказчиком, был изготовлен теплообменник. Однако горячей воды не хватало. Выяснилось (в ходе испытаний с термометрами, секундомером и ведром), что заказчик дал данные по среднесуточной потребности, а в жизни хотел получить достаточное количество горячей воды в моменты пикового водоразбора.

Почти не менее распространенной, но все же по значимости, наверное, четвертой ошибкой, является несогласованность гидравлических характеристик сети, в т.ч. теплообменника, и насосов. Коварство этой ошибки кроется в том, что она вроде бы как совсем не теплотехническая и порой трудно объяснить (как ни прискорбно это отмечать, даже некоторым проектантам), что причиной теплотехнических бед — нехватки горячей воды, является повышенное гидравлическое сопротивление системы, или, что одно и то же, недостаточный напор насоса. Почти всегда, когда ТЗ на подбор теплообменника пытается выдать заказчик и достаточно часто даже в случае выдачи ТЗ проектантом, указать допустимую потерю напора на теплообменнике не могут.

Выше приведены наиболее типичные ошибки, совершаемые на стадии проектирования объекта. Существует еще довольно много тонкостей, правильный учет которых позволит избежать ошибок и существенно

### Главной по вероятности ошибкой является неверно выбранные температуры, в первую очередь греющей среды

упростить эксплуатацию аппаратов по прямому назначению. Желательно, чтобы проектант их знал и учитывал. Для ознакомления специалистов с преимуществами и особенностями аппаратов ТТАИ, в течение последних 10 лет мы регулярно проводим недельные научно-технические семинары, участвуем в выставках, конференциях и т.д., в ходе чего детально рассматриваем все, даже мелкие ошибки, сопряженные с применением теплообменников ТТАИ. Ниже кратко приведены некоторые из этих второстепенных ошибок.

Во-первых, аппараты, как не раз отмечалось, исключительно легки. Поэтому в абсолютном большинстве случаев для их установки не требуются, более того, нежелательны, никакие фундаменты, опоры и пр. Аппараты могут и должны держаться за счет жесткости подводящих и отводящих трубопроводов. Самое большее, что может потребоваться и то только для относительно длинных аппаратов (с длиной корпуса порядка 3,5 м и более), так это путевая опора, применяемая для поддержки трубопроводов, посередине длины корпуса аппарата.

Во-вторых, аппараты обладают эффектом самоочистки и при правильном проектном подборе и применении рекомендуемого нами схемного решения с насосом рециркуляции, на их греющих поверхностях не будет откладываться накипь. Однако эта рекомендация как правило остается нереализованной и аппарат по вине проектанта теряет одно из своих преимуществ. Причина в том, что либо расчетный расход задан значительно больше реального (проектант сильно «перезаложился»),

либо, если речь идет о потребителях с нерегулярным водоразбором, циркуляционный насос выбран не в соответствии с нашими рекомендациями, а по общим правилам.

В-третьих, аппараты, в отличие от пластинчатых, имеют по одной из полостей проходные сечения достаточно большого размера и при том еще прямолинейные. Это, если учесть легкосъемность аппаратов, делает их удобными для эксплуатации на сильнозагрязненных механическим включениями средах. Например, на «АвтоВАЗ» в Тольятти на ТТАИ в качестве охлаждающей среды подается неочищенная вода из Волги. Применявшиеся ранее импортные аппараты требовали своей очистки раз в квартал, а аппараты ТТАИ работают уже несколько лет без вскрытия. Так вот, по этой полости надо направлять ту среду, которая несет механические включения, причем зачастую можно даже без установки фильтра, а если такую среду направлять по другой полости, то установка фильтра столь же необходима, как и для пластинчатых теплообменников. Однако мы такой информацией, характеризующей этот объект, не располагаем, а проектанты порой не придают этому значения.

В-четвертых, аппараты ТТАИ ввиду своего исключительно малого веса не требуют предусматривать габарит выема, а иногда проектанты, не осознав этого, традиционно, как принято для кожухотрубных аппаратов, предусматривают габарит выема, чем сразу и радикально снижают привлекательность наших теплообменников. В действительности все должно обстоять иначе. Аппараты весят меньше, чем такой же длины кусок металлического трубопровода, которым смонтирована система. Поэтому их обслуживать (в т.ч. чистить от механических загрязнений) лучше не на месте, а демонтировать, вынести в удобное для выполнения работ место, например, в мастерскую, и там провести регламентные работы.

Выше рассмотрены наиболее типичные ошибки проектантов, сталкивающихся с аппаратами ТТАИ. Хочется надеяться, что настоящая статья будет способствовать сокращению досадных промахов при проектировании объектов, в которых предполагается применение теплообменников ТТАИ. Если у проектировщиков возникнут вопросы, на которые они не найдут ответа в настоящей статье, мы всегда готовы дать дополнительные пояснения. Хотя нельзя не отметить, что и преимущества аппаратов ТТАИ, и особенности их применения неоднократно доводились до сведения специалистов Украины и причины, по которым проектировщики продолжают активно применять в проектах импортную технику, не превосходящую отечественную по своим свойствам, но, как правило, значительно более дорогую, остаются на их совести. Можно предполагать, что существуют причины не технического плана, побуждающие так поступать. ●



Фото предоставлено автором.



**МАШИМПЭКС**

## **ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ**

Россия, 105082, г.Москва,  
ул. Малая Почтовая, 12  
Тел./факс: (495) 234-95-03  
e-mail: [info@mashimpeks.ru](mailto:info@mashimpeks.ru)

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

### **ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА**

Новосибирск	(383) 233-32-31
Екатеринбург	(343) 383-45-61
Самара	(846) 267-34-15
Краснодар	(861) 217-00-47
Санкт-Петербург	(812) 495-90-50
Иркутск	(3952) 42-77-79

ОТОПЛЕНИЕ

## Системы солнечного теплоснабжения «Майбес»

В последние десятилетия становится актуальным вопрос об использовании возобновляемой энергии, в т.ч. и солнечной, в различных сферах жизни. Увеличивается не только население нашей планеты и общее энергопотребление, но растут и цены на энергию, получаемую с помощью ископаемых источников.

В последние десятилетия становится актуальным вопрос об использовании возобновляемой энергии, в т.ч. и солнечной, в различных сферах жизни. Увеличивается не только население нашей планеты и общее энергопотребление, но растут и цены на энергию, получаемую с помощью ископаемых источников. Более того, в связи с постоянным ростом производства и потребления энергии ухудшается и экологическая ситуация в мире.

Этот вопрос во многих странах решается с помощью поиска альтернативных источников, и год от года доля энергии, вырабатываемой с помощью нетрадиционных источников, в частности солнечного излучения, неуклонно увеличивается.

И в нашей стране все больший интерес вызывают современные энергоэффективные технологии, проводится огромное количество выставок, форумов и других мероприятий, посвященных вопросам использования солнечного излучения для получения энергии. Относительно низкая себестоимость производства солнечной энергии делает ее доступной, а следовательно, постоянно растет число проектов с использованием энергии солнца как для обеспечения домов горячей водой, так и в качестве дополнительного источника для систем отопления.

Существует миф о том, что территория Российской Федерации непригодна для реализации солнечных программ. Ученые опровергают это заблуждение, утверждая, что среднегодовое поступление солнечной энергии в разных регионах России сравнимо с тем, что получает Южная Европа.

Удивительно, но на многих территориях России среднегодовое поступление солнечной энергии выше, чем в самых инсолированных частях Европы. Например, Забайкалье

получает солнечной энергии больше, чем «солнечная Испания»!

Учитывая наличие в России серьезных предпосылок, как климатических, так и технических, для развития рынка солнечной энергии, компания «Майбес» считает перспективным направление систем солнечного теплоснабжения. В 2011 г. в дополнение к уже существующей в ассортименте «солнечной обвязке» компания выводит на российский рынок новую линейку продукции — солнечные коллекторы «Майбес», тем самым предлагая пакетные решения «под ключ».

**Представленный в статье солнечный коллектор «Майбес» благодаря своей внутренней конструкции использует для приготовления теплоносителя практически весь спектр солнечного излучения**

В настоящее время компания «Майбес» готова предложить полноценное пакетное решение для приготовления горячей воды и поддержания системы отопления с помощью солнечной энергетики. Данное решение включает: солнечные коллекторы, модульные насосные станции Solar, бивалентные бойлеры горячего водоснабжения (ГВС) и емкости для аккумулирования тепла, расширительные мембранные баки Solar, специальный теплоноситель, а также систему гофрированных труб Inoflex в каучуковой термоизоляции.

Преимущество пакетных решений заключается в 100% исключении ошибок при проектировании, монтаже и пусконаладочных работах. Пакеты Solar разработаны с учетом



Фото компании-производителя.

Статья подготовлена пресс-службой компании «Майбес».

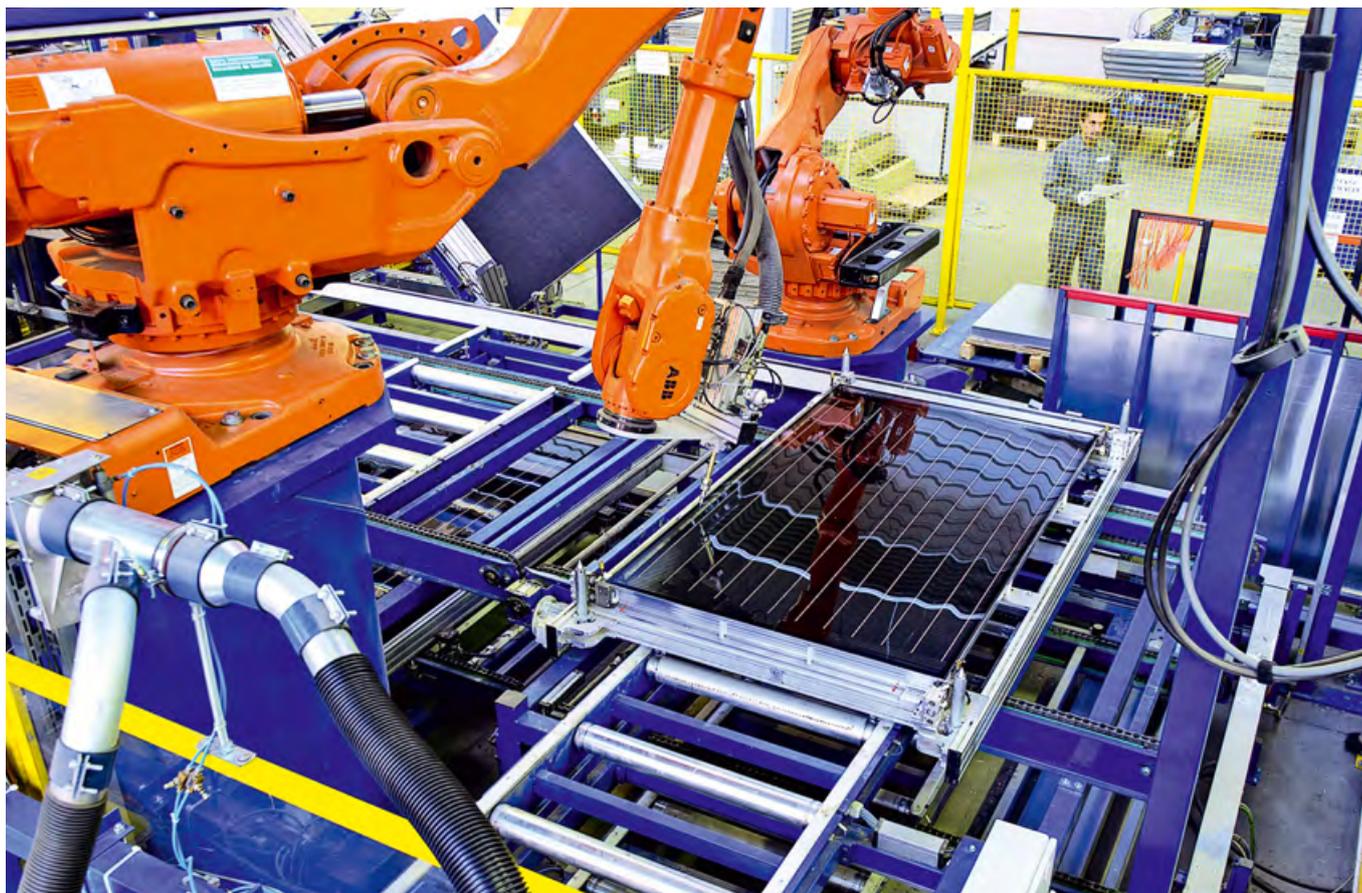


Фото компании-производителя.

средней климатической зоны и специфики российского рынка и включают в себя все необходимые комплектующие для функционирования системы.

**1.** Солнечный коллектор плоского или вакуумного типа с адсорбером покрытым оксидом серебра, который поглощает до 100% солнечной радиации, не отражая ее обратно в окружающую среду. Все коллекторы «Майбес» защищены ударопрочным, сверхпрозрачным стеклом с пропускной способностью 97%, позволяющее сохранить эффективную работоспособность коллектора даже при крайне неблагоприятных погодных условиях.

**2.** Модульная обвязка (насосные станции Solar) для подачи теплоносителя от солнечного коллектора к бойлеру ГВС или аккумулятору тепла. Укомплектованные всей необходимой арматурой, воздухоотводчиками, циркуляционным насосом, рассчитанным на работу при повышенных температурах в среде пропиленгликолевых смесей, и модулем автоматки, которая регулирует расход теплоносителя в гелионтеуре и препятствует закипанию теплоносителя в системе при повышенной солнечной активности и длительном отсутствии водоразбора.

**3.** Бивалентные бойлеры ГВС и аккумулирующие емкости также рассчитаны на работу с гелиосистемами и укомплектованы энергоэффективной теплоизоляцией, сводящей потери переданного тепла к нулю.

**4.** Расширительные баки Solar со специальной мембраной, устойчивой к гликолевой среде, который наилучшим образом подходит для использования в гелиосистеме.

**5.** Теплоноситель «Майбес», разработанный специально для использования в солнечных коллекторах вакуумного типа, имеющих высокую температуру стагнации до 260 °С и рассчитанных на рабочую температуру –30...+170 °С.

**6.** Специальный гофрированный трубопровод в каучуковой термоизоляции с предварительно проложенным кабелем для датчика температуры солнечного коллектора, укомплектованный всеми необходимыми фитингами, для быстрого и надежного соединения коллектора с насосной станцией и бойлером ГВС.

### **Эффективность работы всей гелиосистемы здания в значительной степени зависит от эффективности работы солнечной панели**

Солнечные коллекторы, иногда называемые солнечными панелями, — являются основным элементом в конструкции гелиосистем, именно в поглощающей поверхности коллектора под воздействием солнечного излучения происходит преобразование сол-

нечной энергии в тепловую. В результате поверхность коллектора разогревается, а теплоноситель, который циркулирует через нее, поглощает тепло и передает его в бак-аккумулятор и далее в контур нагрева воды (возможно, и отопления). Теплоноситель, отдавший значительную часть тепла в контуре, снова возвращается в коллектор и нагревается, и цикл, соответственно, замыкается.

Солнечный коллектор «Майбес» благодаря своей внутренней конструкции использует для приготовления теплоносителя практически весь спектр солнечного излучения. В безоблачную погоду наиболее интенсивно ультрафиолетовое излучение, которое эффективно разогревает теплоноситель. В пасмурную погоду за счет преломления солнечных лучей преобладает инфракрасное излучение, и хотя оно менее мощное, чем ультрафиолетовое, но позволяет коллекторам не только устойчиво работать, сохраняя значительный запас мощности, но и нагревать теплоноситель для приготовления горячей воды!

Солнечные панели с помощью специальных креплений устанавливаются на плоской крыше или площадке около дома, на наклонной крыше или стене здания, а также могут монтироваться непосредственно в крышу. При размещении коллекторов необходимо учитывать широту местности, ландшафт и застройку близлежащей территории, оптимальная ориентация — южная, отклонение от нее ведет

к значительному уменьшению эффективности работы солнечной панели. Например, отклонение плоской панели от южной ориентации на восток до 15° ведет к уменьшению прихода солнечной радиации на 5%, а на запад до 30° — на 10%.

Эффективность работы всей гелиосистемы здания в значительной степени зависит от эффективности работы солнечной панели, т.к. чем больше солнечной энергии поглотит коллектор, и чем меньше ее потеряет, тем эффективнее будет работать система. Величина КПД солнечного коллектора зависит от ряда величин, в зависимости от конкретных условий эксплуатации. Например, чем ниже требуемая температура нагрева, тем выше КПД. Также на эффективность работы коллектора значительно влияет разница температур поверхности коллектора и окружающей среды, — чем меньше разница температур, тем меньше теплотери, а следовательно, и выше КПД.

### Самый рентабельный пример использования солнечной энергии — это использование солнечных коллекторов в гостиницах, расположенных на южном морском побережье

ри эффективности получать тепловую энергию от солнца при температурах окружающей среды до 15°C!

Излучение солнца оказывается эффективным источником тепла и энергии в коттеджах и дачных домах, расположенных вдали от инженерных коммуникаций. К тому же за энергию солнца не нужно платить и она никогда не иссякнет. Рассмотрим далее несколько интересных примеров повышения энергоэффективности построенных объектов с использованием солнечных коллекторов, позволяющих не только сэкономить на энергии, но

Изначально установив на объект бивалентный бойлер ГВС и гелиосистему, либо укомплектовать уже существующую в доме систему оребренным теплообменником из меди и солнечным коллектором, можно полностью реализовать приготовление горячей воды в летний период, тем самым значительно сократить затраты на энергоресурсы в данное время года. Также экономически целесообразно использовать системы солнечного теплоснабжения на автономных или локально удаленных объектах (например, таких как автозаправка или дом в горной местности). На данных объектах по причине их удаленности от газопровода, зачастую устанавливают котельное оборудование на жидком топливе, электричестве или дровах. Правильно спроектированная гелиосистема может компенсировать в таком случае до 70% затрат на энергоресурсы!

Ну и, пожалуй, самый рентабельный пример использования солнечной энергии — это использование солнечных коллекторов в гостиницах, расположенных на южном морском побережье. Специфика данных объектов такова, что пик потребления горячей воды приходится на время, когда большинство отдыхающих возвращаются с пляжа, а в остальное время суток водоразбор может и вовсе отсутствовать. Солнечные панели в течение всего дня эффективно приготавливают теплоноситель за счет высокой солнечной радиации, который, в свою очередь, циркулируя через теплообменник бойлеров ГВС, готовит санитарную воду для потребления. Как показывает практика, инвестиции в данную систему окупаются уже на четвертый год использования и позволяют в будущем свести к нулю затраты на приготовление горячей воды.

В нашей стране в последнее десятилетие появляется все больше коттеджей, оснащенных открытыми бассейнами, причем не только в самых южных регионах, но и в Подмосковье. Естественно, владельцы таких объектов предъявляют высочайшие требования к своему комфорту, температура воды в бассейне должна поддерживаться в определенных границах, независимо от погоды. Содержание такого бассейна, открытого и даже закрытого, расходует огромное количество газа. Это, в первую очередь, связано с высокими теплотериями на испарение, а также с передачей тепла в грунт. К примеру, теплотери закрытого бассейна объемом 100 м<sup>3</sup> при температуре окружающей среды 28°C и температуре воды 24°C могут достигать 15 кВт/ч, а т.к. бассейн должен в большинстве случаев функционировать круглый год, нетрудно посчитать годовую потерю тепла — 131,4 тыс. кВт/год, которая приблизительно соответствует 16 тыс. м<sup>3</sup> газа. Использование гелиосистем для поддержания определенной температуры воды в бассейне летом позволяет сократить эти затраты на 60–70%. ●



Фото компании-производителя.

Для обеспечения высокой эффективности работы гелиосистемы и правильного выбора всех ее компонентов необходимо проводить гидравлический расчет по общепринятой методике. О многих тонкостях в выборе солнечных панелей и расчете гелиосистем все желающие смогут узнать на специальных семинарах, проводимых специалистами компании «Майбес» в различных городах РФ.

Чем ниже температуры окружающей среды зимой, чем меньше солнечных дней в году, тем более высокие требования должны предъявляться к гелиосистемам, а в частности, к солнечным коллекторам. Солнечные коллекторы «Майбес» производятся на заводе в Германии с использованием самых передовых технологий и «ноу-хау». Коллекторы разработаны с учетом специфики работы в климатической зоне Северной Европы, и могут быть использованы не только в южных регионах. Современные технологии систем «Майбес» позволяют без значительной поте-

увеличить срок эксплуатации основного источника тепла в системе отопления и повысить комфорт конечных потребителей.

Летом, когда нет необходимости в отоплении, газовый котел в жилом доме выполняет только одну функцию — удовлетворение потребностей жильцов в горячей воде. Приготовление горячей воды осуществляется путем циркуляции теплоносителя через теплообменник бойлера ГВС. Нетрудно догадаться, что для того, чтобы подать теплоноситель в теплообменник бойлера ГВС, котел должен разогреть сам себя (топку котла), а это 50–100 л теплоносителя, в зависимости от мощности котла, и теплоноситель в трубопроводе «котел–бойлер ГВС». В результате тратится намного больше топлива, чем необходимо для нагрева требуемого количества воды, да и ресурс оборудования сильно снижается за счет тактования, т.е. велика вероятность более раннего выхода из строя отопительного оборудования.



КВАРТИРНЫЕ  
СТАНЦИИ  
LOGOTHERM



МОДУЛЬНАЯ  
ОБВЯЗКА  
КОТЕЛЬНЫХ  
В КОТТЕДЖНОМ  
СЕКТОРЕ



ЕМКОСТИ ГВС  
И АККУМУЛЯТОРЫ  
ТЕПЛА



МОДУЛЬНАЯ  
СИСТЕМА  
ДЛЯ КОТЕЛЬНЫХ  
И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ  
ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ



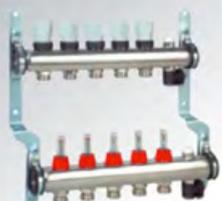
РАДИАТОРНАЯ  
АРМАТУРА



БЛОЧНЫЕ  
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ  
ТЕПЛОВЫЕ  
ПУНКТЫ



СИСТЕМА ГИБКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ



РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ  
КОЛЛЕКТОРЫ

# meibes

Техника быстрого монтажа

## ГЕЛИОСИСТЕМЫ С СОЛНЕЧНЫМИ КОЛЛЕКТОРАМИ

ЭНЕРГИЯ СОЛНЦА  
ДЛЯ СИСТЕМ ГВС И ОТОПЛЕНИЯ



### СОСТАВ СИСТЕМЫ:

- Коллекторы Solar вакуумного и плоского типов
- Модульные насосные станции для систем Solar
- Бивалентные бойлеры ГВС и накопительные баки для аккумулирования теплоносителя
- Двухпроводная система гофрированных труб Inoflex в каучуковой термоизоляции

### ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Обеспечение до 70% годовой потребности в горячей воде
- Адаптированы к неблагоприятным воздействиям окружающей среды
- Готовые системные решения для любой климатической зоны
- Полный спектр сервисного оборудования
- Пакетные решения, включающие в себя все необходимые составляющие для систем ГВС и отопления

**ВСЕГДА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ!**

ООО «Майбес РУС»  
Тел/факс: (495) 727-20-26  
moscow@meibes.ru, www.meibes.ru

ОТОПЛЕНИЕ



Фото предоставлено автором.

❖ Фото 1. Гелиоустановка с пластиковыми СК бассейна гостиницы в г. Фуертевентура (Испания)

## Солнечные коллекторы с пластиковыми абсорберами

В России с принятием нового закона об энергосбережении (№261-ФЗ от 21.11.2009 г.) и ростом стоимости органического топлива возрастает актуальность сооружения гелиоустановок. Одной из самых дешевых конструкций таких коллекторов являются пластиковые: с остеклением и без него. Абсорберы изготавливают из полиэтилена, полипропилена или этиленпропилендиэтилена (EPDM).

Основными требованиями к этим пластикам являются: устойчивость к ультрафиолетовому излучению, высоким температурам теплоносителя, замораживанию и оттаиванию. Из перечисленных пластиков только EPDM отвечает указанным требованиям. При этом он существенно дороже чем полиэтилен и полипропилен.

В мировой практике наиболее широкое применение получили пластиковые СК без остекления для нагрева воды в плавательных бассейнах. В табл. 1 по данным международного журнала Sun, Wind Energy [2] представлены шесть мировых производителей пластиковых СК и примеры реализации их проектов.

На фото 1 представлена гелиоустановка со 120-метровыми пластиковыми абсор-

берами площадью 500 м<sup>2</sup> германской фирмы Solar-Ripp, построенная в 2008 г. для бассейна площадью 1000 м<sup>2</sup> отеля Grand Resort Las Playitas в г. Фуертевентура в Испании. Эффективность пластиковых неостекленных СК зависит от температуры наружного воздуха и скорости ветра.

### В мировой практике наиболее широкое применение получили пластиковые СК без остекления для нагрева воды в плавательных бассейнах

По данным германских специалистов [3], срок окупаемости гелиоустановок открытых плавательных бассейнов с пластиковыми неостекленными СК составляет от двух до четырех лет. В Германии 20% всех таких сооружаемых бассейнов оборудовано гелиоустановками. В 2007 г. на 34 бассейнах в этой стране смонтировано 20 тыс. м<sup>2</sup> пластиковых абсорберов.

На мировом рынке представлены также остекленные пластиковые СК. Такие коллекторы выпускает норвежская фирма Solarnor AS [4]. Абсорбер выполнен из специального температуроустойчивого пластика Noryl (оксид полифенолсульфид, полистирол).



Фото предоставлено автором.

❖ Фото 2. Фрагмент фасада здания в г. Осло (Норвегия) с пластиковыми СК фирмы Solarnor AS

Автор: В.А. БУТУЗОВ, д.т.н., генеральный директор ОАО «Южгеотепло» (г. Краснодар)



Фото предоставлено автором.

●● Фото 3. Гелиоустановка жилого дома в г. Улан-Удэ с пластиковыми СК

Прозрачная изоляция — ультрафиолетово-устойчивый поликарбонат. Рама СК — алюминиевая. СК данной конструкции могут изготавливаться любых размеров. Толщина СК — 62 мм, вес 8 кг/м<sup>2</sup>. Коэффициент эффективности — 0,78. Изготовитель рекомен-

дует устанавливать такие СК в самодренлируемых гелиоустановках.

На фото 2 приведен фрагмент фасада здания в г. Осло (Норвегия) с СК фирмы Solarnor AS. В настоящее время данная фирма ведет разработку конструкций абсорбера

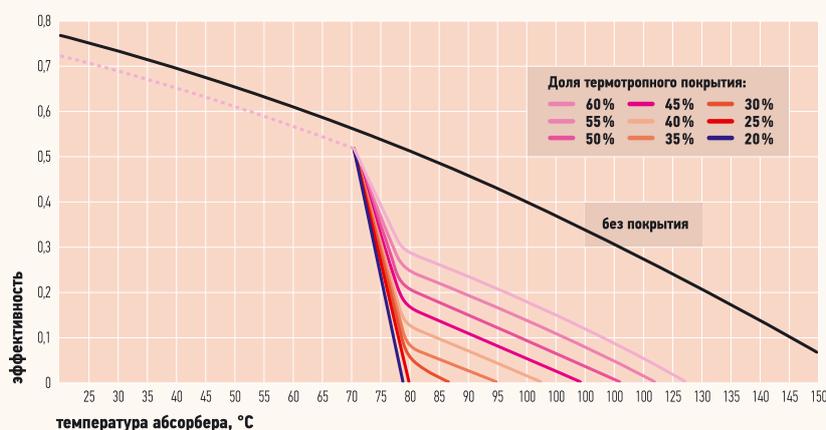
из полифенилсульфида с температурой эксплуатации до 200 °С.

Разработка перспективных пластиковых солнечных коллекторов — сложная научная задача, над решением которой ученые 13 стран ведут работу в рамках международной «Программы 39 — Полимерные материалы для гелиоустановок» (Международное энергетическое агентство, руководитель программы — физик Майкл Коль из Фраунгоферовского института солнечной энергии, Германия).

Одним из перспективных направлений является разработка термотропных пластиков, верхние слои которых при температурах свыше 100 °С становятся белыми и отражают солнечную радиацию. При этом температура нижележащих слоев пластика снижается до 60 °С. Слои термотропных пластиков могут наноситься как на абсорбер, так и на прозрачную изоляцию. Применение поверхностных слоев таких материалов позволит применять недорогие пластики и снизить стоимость СК. На рис. 1 представлены характеристики термотропных материалов.

### Срок окупаемости гелиоустановок открытых плавательных бассейнов с пластиковыми неостекленными СК составляет от двух до четырех лет

В России вопросы разработки конструкций пластиковых СК исследуют под руководством д.т.н., профессора О.С. Попеля (Объединенный институт высоких температур РАН, Москва). Разработаны и испытаны опытные экземпляры пластиковых СК [5]. Центр энергоэффективности (Улан-Удэ) под руководством Г.П. Касаткина изготавливает и монтирует пластиковые СК. На фото 3 представлена гелиоустановка с таким СК жилого дома в г. Улан-Удэ [6]. С учетом вышеизложенного следует, что пластиковые СК являются перспективной конструкцией, над совершенствованием которой предстоит серьезная работа. ●



●● Рис. 1. Зависимость эффективности абсорбера от содержания термотропного покрытия

●● Производители неостекленных пластиковых абсорберов и примеры их применения табл. 1

Компания	Отель	Место размещения	Ввод в эксплуатацию	Объем бассейна, м <sup>3</sup>	Площадь абсорберов бассейна, м <sup>2</sup>	Стоимость абсорберов бассейна, \$/м <sup>2</sup>	Степень замещения, %
Butecca, Мексика	Hacienda, Coyoac	Coyoac, Мексика	2001	150	135	85	85–88
Saptasol, Мексика	La Rana Resort Acuatic Park	Jarol, Мексика	2004	2000	1500 металл. абсор.	250	80
Modulo, Мексика	Villa Bejar	Cuernavaca, Мексика	2002	870	608	115	80
Magen Eco Energy, Израиль	Isrotel Aqamin	Eilat, Израиль	2007	2500	500	120	25
Solar-Ripp, Германия	Grand Resort Las Playitas	Fuerteventura, Испания	2008	1000	500	–	50
Sole, Греция	Europa Hotel	Крит, Греция	2001	140	70	115	–

1. Бутузов В.А., Шетов В.Х., Брянцева Е.В., Бутузов В.В., Гнатюк И.С. Солнечные коллекторы. Тенденции совершенствования конструкций // Альтернативная энергетика и экология (ISIAEE), №10/2009.
2. Meyer J.-P. Solar heat in the pool // Sun, Wind Energy, №3/2009.
3. Berner J. The European Solpool project. Bating with the sun // Sun, Wind Energy, №6/2009.
4. Meyer J. Are plastics the material of the future? // Sun, Wind Energy, №1/2009.
5. Попель О.С., Фрид С.Е., Щеглов В.Н., Сулейманов М.Ж., Коломиец Ю.Г., Прокопченко И.Н. Сравнительный анализ показателей конструкций солнечных коллекторов зарубежных и отечественных производителей и разработка новых технических решений // Теплоэнергетика, №3/2006.
6. Бутузов В.А. Солнечное теплоснабжение в России: состояние дел и региональные особенности // Альтернативная энергетика и экология (ISIAEE), №7/2009.



(с дефицитом техники сталкивались очень часто 64% опрошенных и иногда — 31,25%) и стабильные цены, абсолютное большинство компаний положительно оценили их действия — всего 8,97% оценили действия своих традиционных поставщиков как ведущие к разрыву партнерских отношений. Причем 33,8% отметили, что их поставщики сделали все возможное для них (рис. 5). Этот крайне лояльный фон по отношению к поставщикам в условиях дефицита техники можно считать первой неожиданностью проведенного опроса. Эти данные опровергают мнения некоторых экспертов, прогнозирующих передел сфер влияния на климатическом рынке России, связанный с тем, что недовольные возникшим дефицитом техники дилеры начнут массово менять своих поставщиков. Скорее всего, этого не произойдет. Стабильность схем работы с традиционными поставщиками подтверждают и данные на графиках. 78,3% компаний подолгу рабо-

### Свое мнение высказали представители 145 различных климатических компаний: 31% респондентов представляли регион Москвы и МО, а остальные — другие регионы России

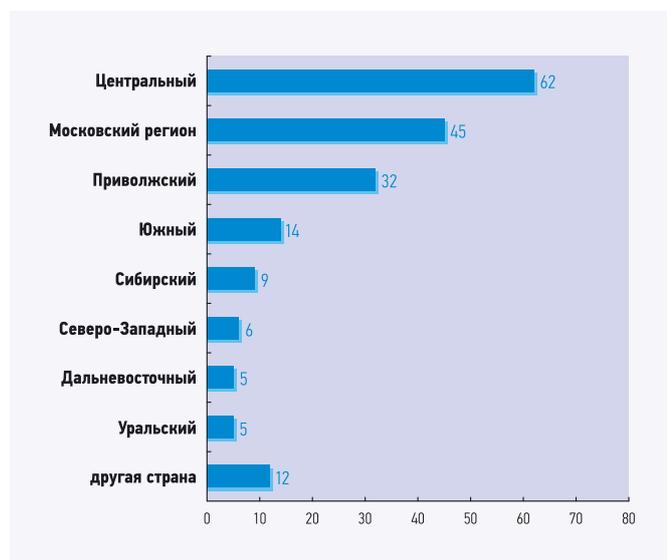
тают с небольшим количеством проверенных брендов и не склонны им изменять. Для них важнее то, что они их хорошо знают и доверяют им.

Удивительно, но даже фактор качества и надежности бренда уже не играет заметной роли — такие факторы, как обучающие семинары и грамотный персонал у поставщиков имеют большее значение, чем повышение качества оборудования.

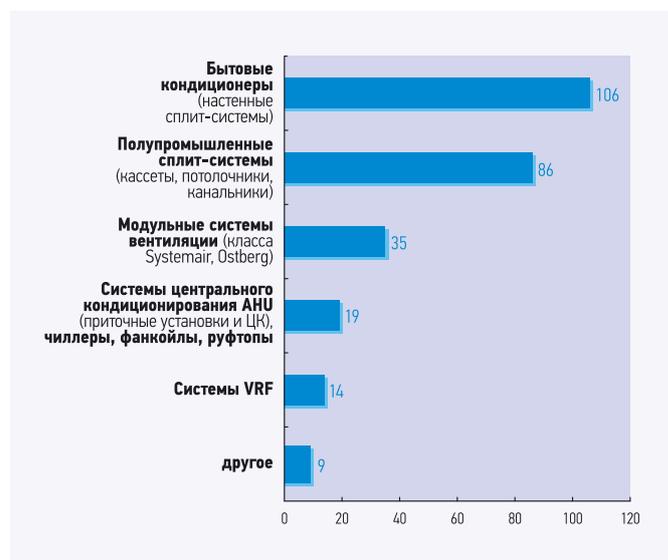
Реклама бренда потеряла свою привлекательность в глазах дилерских компаний. Больше внимание теперь уделяется технической поддержке, которую может оказать

бренд продающей организации. Известность бренда, как один из ведущих факторов, влияющих на предпочтения покупателя, который в ранних исследованиях выделяли представители климатических компаний, сейчас имеет ту же силу, что и страна-производитель. И все большее значение имеет умения и знания продавца техники. Продающие компании стали еще более самодостаточными и независимыми от внешних факторов.

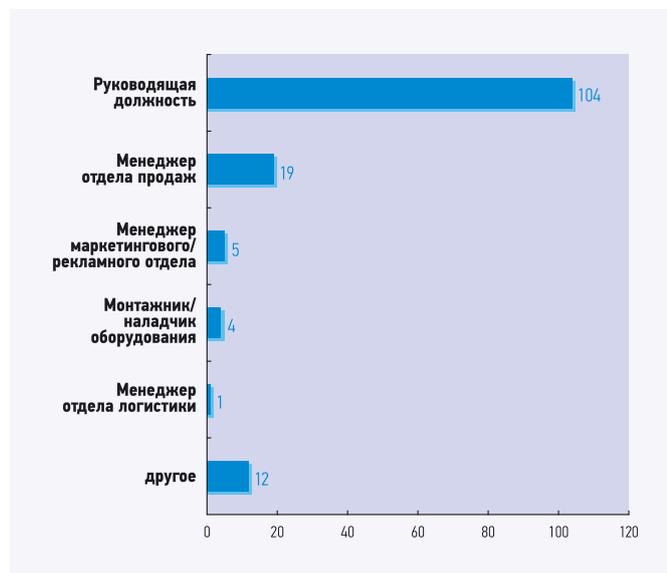
Все это вкуче позволяет констатировать, что сложившийся климатический рынок России, несмотря ни на финансовый кризис, ни на аномальный дефицит оборудования, остался стабильным по своей внутренней структуре. Появление новых крупных игроков на этом рынке будет очень осложнено тем, что им придется ломать старые устоявшиеся связи между традиционными поставщиками и продающими компаниями (дилерами), которые выдержали испытание на прочность как финансовым, так и погодным кризисами.



❖ Вопрос 1. Какой российский регион представляет Ваша компания?

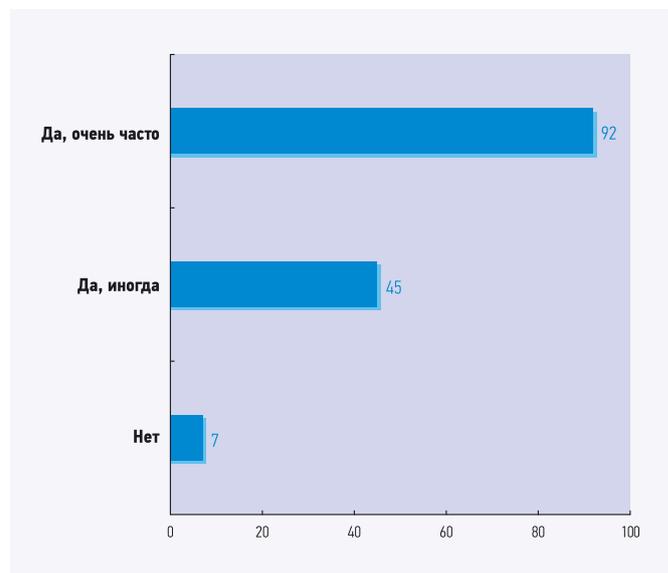


❖ Вопрос 2. В каких сегментах рынка работает Ваша компания?



❖ Вопрос 3. Ваша специализация в компании?

Примечание: значения на диаграммах приведены в абсолютном выражении.



❖ Вопрос 4. Сталкивались ли Вы с дефицитом оборудования?

Пока же аудиторию климатических компаний, находящихся в активном поиске новых поставщиков, мы оцениваем не более 10% от общего числа компаний.

При этом практически нет компаний, работающих исключительно с одним поставщиком. Как правило, выделяются два основных поставщика (дистрибьютора) с альтернативными линейками оборудования. Конечная линейка оборудования у дилера представлена двумя типами брендов — премиальным (японским) и бюджетным (китайским или корейским).

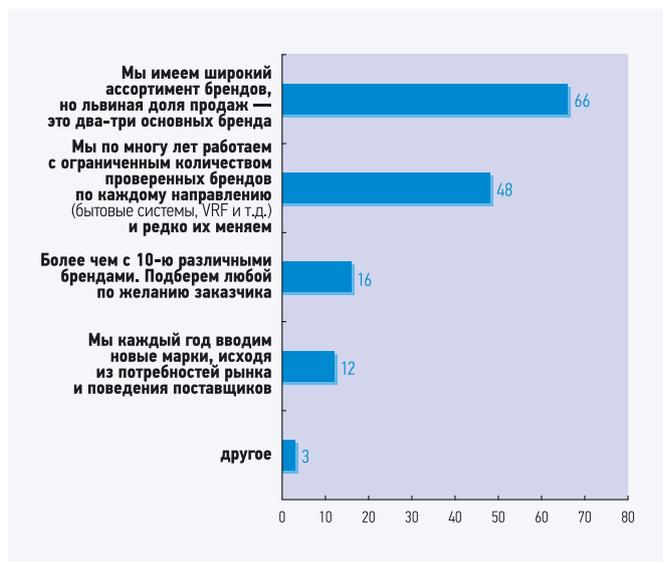
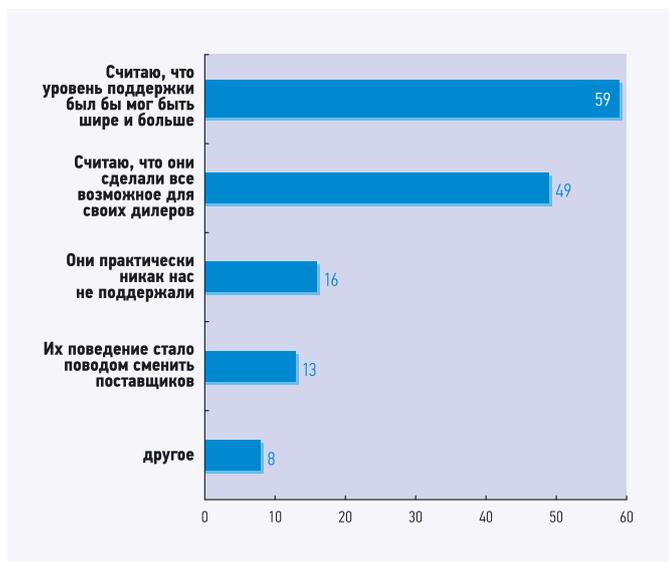
Несмотря на декларируемую приверженность старым схемам работы, подавляющее большинство респондентов заявило о своем желании расширять сферу деятельности за счет развития новых направлений — это характерно для 76,5% компаний.



www.freewallpaper.com

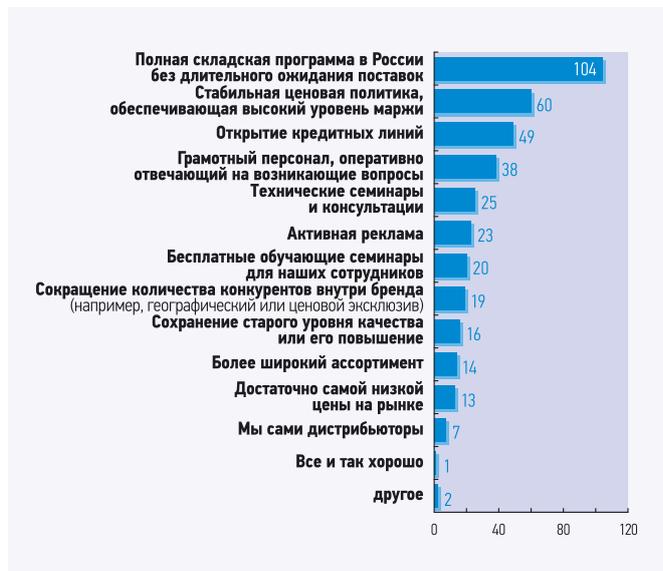
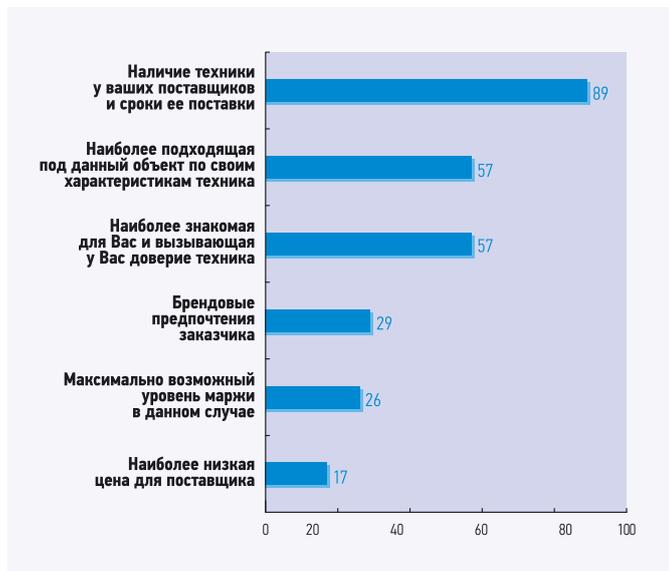
Это наиболее ярко выраженный фактор, который сейчас могут использовать дистрибьюторы для привлечения новых дилеров. Речь может идти, например, о промышленном сегменте климатического оборудования

(VRF, чиллера, AHU, вентиляция), который многими компаниями воспринимается как независимый от бытового или полупромышленного сегментов (таких 63,6%). К тому же абсолютное большинство респондентов по-



❖ Вопрос 5. Какова Ваша оценка действий традиционных поставщиков (дистрибьюторов климатического оборудования) в пик сезона?

❖ Вопрос 6. В основном, Ваша компания работает...



❖ Вопрос 7. При выборе бренда для кондиционирования объекта заказчика Вы, прежде всего, ориентировались на следующие моменты... (не более двух вариантов ответа)?

❖ Вопрос 8. Какого рода поддержка со стороны дистрибьюторов бытового климатического оборудования была бы наиболее актуальна в следующем сезоне для Вашей компании (не более трех факторов)?

Примечание: значения на диаграммах приведены в абсолютном выражении.

ложительно оценивает перспективы этого направления и считает, что оно начнет восстанавливаться уже в следующем сезоне.

Ожидаемым результатом было увеличение доли бытовых сплит-систем в общих продажах климатических компаний. Это отметили 2/3 респондентов. При этом почти половина опрошенных (45,83%) заявила о росте объемов продаж более чем на 30%. Из них 23,61% отметили увеличение объемов продаж более чем в два раза в финансовом исчислении. Эти данные расходятся с опубликованными прогнозами, где заявлено о росте российского рынка RAC-систем на 18% (по материалам JARN, 08.2010, HVAC Referent «Влияние жаркого лета на мировой рынок климатотехники»).

Напомним, что ядро аудитории нашего исследования составили руководители и есть все основания доверять их финансовым оценкам своих компаний.

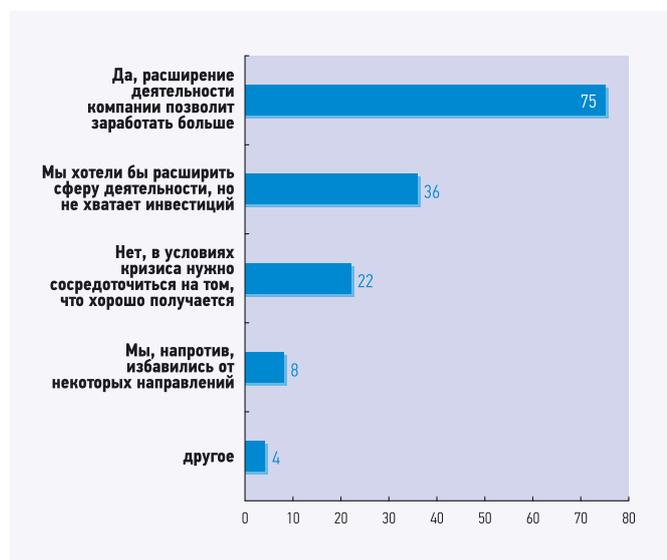
**Фактор качества и надежности бренда уже не играет заметной роли — важны такие факторы как обучающие семинары и грамотный персонал у поставщиков, которые имеют даже большее значение, чем повышение качества оборудования**

На фоне того, что большинство компаний отметили серьезный рост продаж, интересным представляется то, что отдельные регионы констатировали падение продаж — это Юг (Краснодарский Край) и Сибирский ФО.

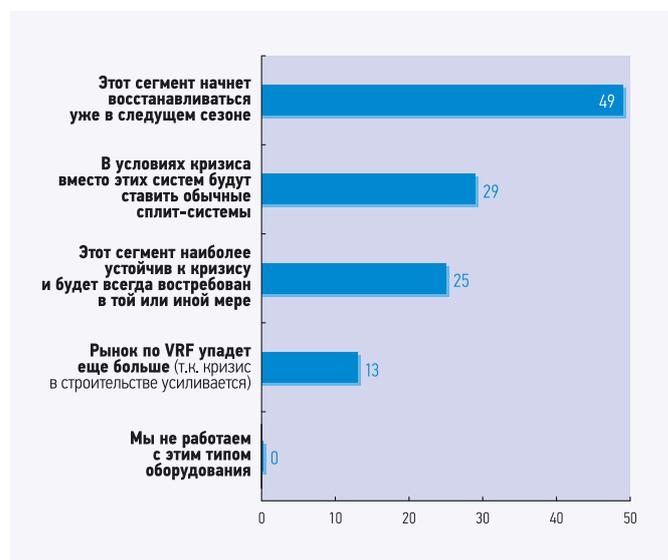
Следует отметить то, что, несмотря на увеличение доли бытовых сплит-систем в общем объеме продаж, сократилась доля компаний, которые ощущают конкуренцию со стороны торговых домов бытовой техники. Всего

22,76% респондентов отметили, что торговые дома составляли им конкуренцию за счет демпинга. Напомним, что в последнем исследовании в 2007 г., доля компаний, считающих торговые дома серьезными конкурентами, ложающимися рынок, составляла 57,8%. Можно констатировать, что рынок стал еще более закрытым и цивилизованным.

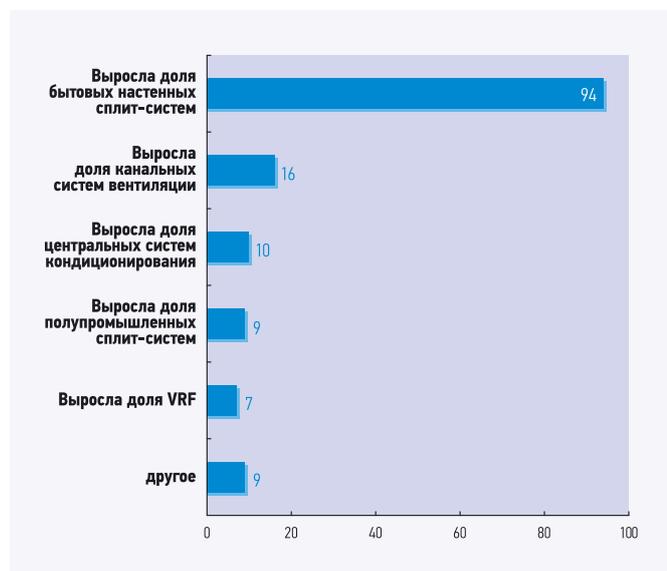
Таковы первые линейные данные проведенного исследования. Безусловно, то, что мы сейчас показали — это средняя температура по больнице. Но она позволяет сделать интересные выводы как для поставщиков, так и для дилерских компаний. В следующем номере мы опубликуем данные с разрезами по регионам, по типу основной деятельности, по оценке действий поставщиков и по другим отсечкам, которые позволят создать более точную картину того, что же изменилось на климатическом рынке России.



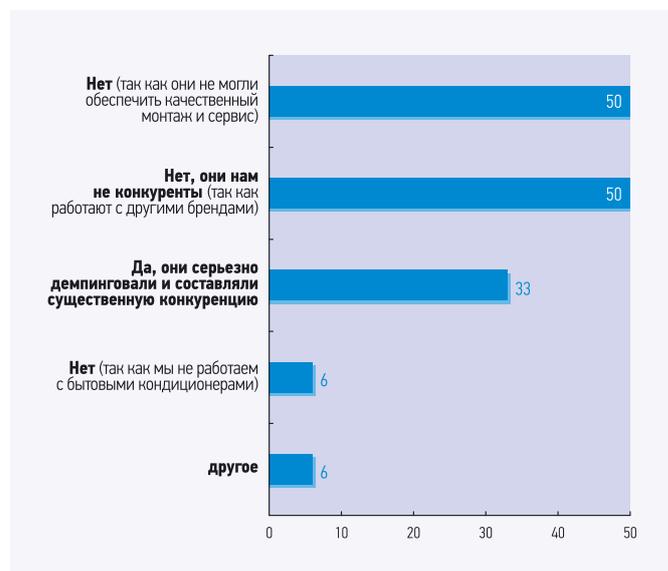
❖ Вопрос 9. Планирует ли Ваша компания расширять свою деятельность за счет смежных направлений?



❖ Вопрос 10. Насколько будет востребован в следующем сезоне сегмент VRF-систем среди конечных заказчиков?



❖ Вопрос 11. Как изменилась структура продаж в 2010 г. по сравнению с сезоном 2009 г.? Дайте примерную оценку



❖ Вопрос 12. Составляли ли торговые дома бытовой техники серьезную конкуренцию Вашей компании?

Примечание: значения на диаграммах приведены в абсолютном выражении.

**В завершении исследования мы решили обратиться непосредственно к игрокам российского рынка кондиционирования с просьбой прокомментировать ситуацию и поделиться своим мнением относительно проблем, возникших перед отраслью в 2009–2010 годах, а также дать прогноз развития рынка на ближайшее будущее.**

**Рустам ЕНАКАЕВ, генеральный директор Hyundai Climat Russia (г. Москва)**

— В целом, приведенные данные отображают реальное положение дел на климатическом рынке страны на конец 2010-го года. Действительно, кардинального передела сфер влияния на рынке не произошло, несмотря ни на дефицит оборудования, ни на предыдущие экономические катаклизмы. Хочу отметить, что наметился некоторый подъем в части промышленного кондиционирования, что мало связано с аномальной жарой. Это более позитивный сигнал о восстановлении рынка, чем количественные рекорды по продажам бытовых сплит-систем. К сожалению, резко возросший спрос на технику спровоцировал спекуляции некоторых поставщиков и их дилерских компаний — особенно в сегменте мобильных кондиционеров и бюджетного оборудования. Пользуясь случаем, хочу отметить, что данные спекуляции ударили, прежде всего, по малообеспеченным слоям населения — пенсионерам, инвалидам и молодым семьям с маленькими детьми. Наша компания категорически осуждает подобные спекулятивные действия и призывает все климатическое сообщество бороться с подобными проявлениями. Надеюсь, что наступающий сезон пройдет в более спокойном профессиональном русле.

**Денис ЕПИФАНОВ, директор по развитию компании «Империя» (г. Пермь)**

— Жителям Перми 2010-й год запомнился повышенным спросом на линейку бытовых сплит-систем кондиционирования, связанный с продолжительным жарким летним периодом, когда температура превышала отметку 30–35 градусов. Ни дистрибьюторы, ни региональные дилеры не спрогнозировали и, соответственно, не были готовы к резко возросшим объемам продаж, когда к концу июля складские запасы кондиционеров были исчерпаны. Однако, региональные дилеры не склонны к смене наработанных годами связей с дистрибьюторами.

Произошло укрепление позиций крупных и средних компаний за счет ушедших мелких продавцов в кризисный 2009-й год. Также появилась положительная динамика возобновления как коммерческих, так и муници-



пальных строительных площадок, повысился спрос в сегменте промышленных систем кондиционирования и вентиляции.

**Андрей ЛАХТЫЧКИН, директор компании «Климат Контроль Сервис» (г. Красноярск)**

— Кризис, о котором все говорят вот уже третий год, действительно повлиял как на национальный рынок в целом, так и на региональные площадки. Еще в конце 2008-го — начале 2009-го на рынке стали массово появляться молодые малоизвестные компании. Многие из них прогорели в первые месяцы существования и оставили после себя незакрытые обязательства перед клиентами. Это гарантийное и сервисное обслуживание, многолетние корпоративные контракты на поставку и монтаж климатического оборудования и т.д. Это вызвало определенную волну недоверия и негодования со стороны клиентов. В связи с этим нашей компании «Климат Контроль Сервис» пришлось резко изменять налаженные линии партнерских отношений и брать на себя дополнительно чужие обязательства по гарантийному и постгарантийному обслуживанию климатических и вентиляционных систем.

В сегменте бытового потребления климатической техники, по моему мнению, серьезной конкуренции со стороны различных торговых домов и интернет-магазинов не наблюдалось.

**Юрий ТРЕТЬЯКОВ, директор ООО «Климат» (г. Новороссийск)**

— По итогам статьи хочется добавить следующее: статистика почти полностью отображает состояние рынка в нашем регионе. Кризис позволил выжившим средним компаниям расширить свою долю на рынке за счет ушедших мелких продавцов. Сетевые магазины значительно уменьшили влияние на наш рынок, так как у них самих изменились условия поставок, и был значительный рост цен на их любимую технику Samsung и LG. Их ассортимент уже не так значительно оказывает влияние на рынок,

потому что они берут только самый бюджетный сегмент, который профессионалам неинтересен. Кроме всего прочего, корпоративный клиент любит работать со стабильным сервисом, чего не могут обеспечить торговые сети.

Дистрибьюторы: они все выжили и окрепли, а местные компании как работали с одним или двумя дистрибьюторами, так и предпочитают с ними работать. Перетасовки дилеров между дистрибьюторами не предвидится, кроме естественной небольшой миграции компаний между дистрибьюторами.

Краснодарский рынок как был закрытым для чужих и новичков, так и остался. И эта закрытость только на руку сложившейся вертикали «дистрибьютор–дилер».

**Андрей ПЕРЕСЫПКИН, генеральный директор компании «766», дистрибьютора Airfel в России (г. Тольятти)**

— Этот год обещает появление новых брендов в мере климата, а также новых поставщиков и новых дистрибьюторов, вне зависимости от того, где территориально они находятся. Кардинального передела сложившегося рынка, я думаю, в этом году не будет, но наметится серьезная тенденция в эту сторону. Прежде всего, это будет связано с усилением региональных игроков, которые будут сами брать на себя функции дистрибьюторов. Пример нашей компании, которая получила статус представительства бренда Airfel и самостоятельно осуществляет дистрибуцию этой техники в России, думаю, очень показателен.

Обилие новых брендов сделает рынок «размытым», и клиенты перестанут обращать особое внимание на сами бренды и, главным образом, будут работать с теми компаниями, которые беспокоятся, в первую очередь, о своей репутации. Такие компании сами будут становиться «брендами» в своих регионах. Такого «передела» рынка я ожидаю в ближайшее время. Пока же соглашусь с приведенными данными — кардинального перетасовки дилеров от одних дистрибьюторов к другим в этом сезоне не произошло. ●

# 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**

## • • • • • КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ • • • • •

# Новые возможности Mitsubishi Heavy Industries

В настоящее время наблюдается устойчивая тенденция перехода от хаотичного, бессистемного подхода к кондиционированию как вновь сооружаемых, так и реконструируемых зданий к комплексным, центральным решениям. Причем, практически всегда, то или иное решение закладывается уже на этапе проектирования здания.

Если еще несколько лет назад можно было наблюдать картину, когда весь фасад здания увешан разнокалиберными сплит-системами, то сейчас, особенно для новых зданий, такое уже не характерно. Помимо элегантности и внешней незаметности, центральные системы имеют и ряд объективных преимуществ — такие, как универсальность, гибкость, возможность комбинирования различных элементов с разной функциональностью и т.д.

Традиционно сложилось два подхода к организации центральных систем кондиционирования. В первом случае центральным элементом системы является водоохлаждающая холодильная машина (чиллер), которая снабжает холодной водой разнообразные агрегаты — фанкойлы, секции охлаждения вентиляционных установок и т.д., при помощи которых осуществляется непосредственно кондиционирование обслуживаемых помещений. Другой вариант организации центральной системы кондиционирования здания — применение мультizonальной системы с переменным расходом хладагента (или VRF-системы).

Каждый вариант, безусловно, имеет свою область применения, свои достоинства и недостатки. Так, VRF-системы имеют возможность более быстрого и точного регулирования температуры в обслуживаемых помещениях, они компактнее, существенно проще в монтаже, пусконаладке и обслуживании. Кроме того, при равной холодопроизводительности VRF-системы в большинстве случаев имеют более высокую энергоэффективность, чем чиллерные системы.

## В 2011 году Mitsubishi Heavy Industries (MHI) запускает линейку специальных аксессуаров для системы KX6

Однако, в некоторых случаях одной лишь VRF-системой обойтись бывает затруднительно. Если в систему кондиционирования объекта в силу тех или иных причин должны входить вентиляционные установки (например, имеются помещения, где по соответствующим СНиП недопустима рециркуляция) — то это как раз такой случай. Безусловно, некоторые VRF-системы (например, Mitsubishi Heavy Industries KX6) могут иметь в своем составе каналные внутренние блоки, позволяющие организовывать приточную вентиляцию, однако расход воздуха у них невелик и не всегда может удовлетворять требованиям по воздухообмену того или иного помещения.

В таких случаях приходится либо отказываться от применения VRF-систем с их преимуществами, либо комбинировать их с другим оборудованием, предназначенным для холодоснабжения вентиляционных установок, что не всегда удобно как с точки зрения дополнительных расходов на пусконаладку, так и с точки зрения обслуживания — все это требует привлечения дополнительного персонала и т.п.

Кроме того, в таком случае достаточно сложно организовать общую систему мониторинга и диспетчеризации — а на больших объектах часто без этого не обойтись.



❖ **Рис. 1.** Принципиальная схема работы SAF DX Kit (внутренний блок, SAF DX Kit, блок управления, наружный блок, шина Superlink II, фреоновый теплообменник)

Статья предоставлена компанией «Биоконд».

В связи с этим, для расширения возможностей применения своих VRF-систем, в 2011 г. Mitsubishi Heavy Industries (MHI) запускает линейку специальных аксессуаров для системы KX6, призванных решить проблему ее применения в тех случаях, когда на объекте необходимо организовать приточную вентиляцию.

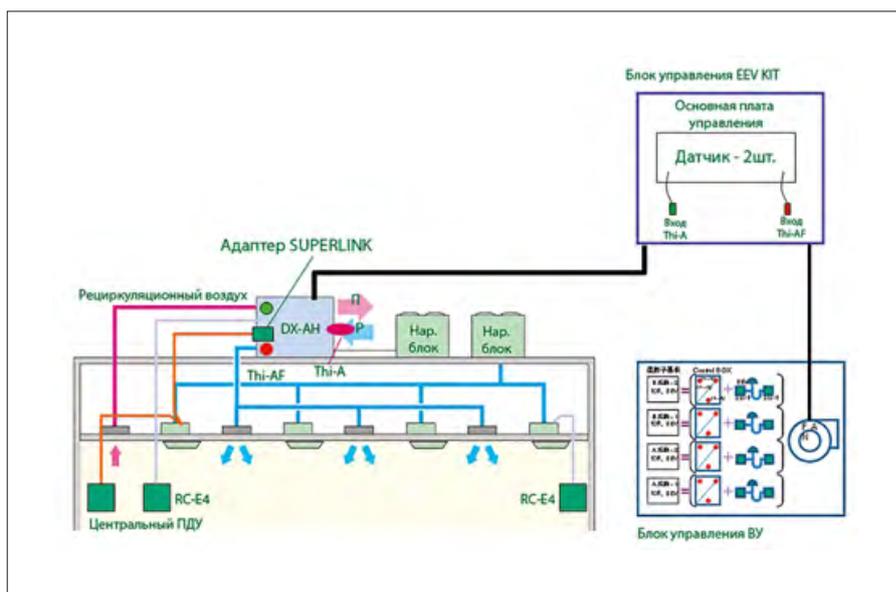
Ранее для этих целей производителем в 2009 г. в линейку внутренних блоков были введены канальные блоки со 100%-м приток свежого воздуха — серия FDU-F, состоящая из моделей производительностью 500, 850, 1300 и 1500 м<sup>3</sup>/ч. Однако, эксплуатация таких блоков была связана с рядом ограничений. В частности, в рамках одной системы можно было использовать ограниченное количество таких блоков в связи с большим расходом хладагента. Также был характерен довольно узкий диапазон допустимых параметров наружного воздуха, что в случае все-сезонного использования влечет за собой необходимость организации дополнительной системы подготовки воздуха и т.п.

Помимо блоков FDU-F, еще с 2005 г. в линейку мультизональных систем KX входят так называемые приточно-вытяжные установки с рекуператором — SAF. Однако, эти установки не имеют возможности поддержания определенной температуры в обслуживаемом помещении, у них просто нет для этого достаточных средств.

Учтя все перечисленные недостатки, а также все более возрастающие требования рынка, японский производитель Mitsubishi Heavy Industries в 2011 г. начинает выпуск специального аксессуара — SAF DX Kit. Этот аксессуар представляет собой дополнительный блок для приточно-вытяжной установки SAF. Он включает в себя фреоновый теплообменник, всю необходимую управляющую арматуру и электронику.

Таким образом, установка SAF получает возможность поддержания температуры в обслуживаемом помещении, при этом эффективность работы таких установок будет выше, чем у блоков FDU-F аналогичной производительности по воздуху. В установках SAF имеется перекрестный пластинчатый рекуператор, который подогревает приточный воздух зимой и охлаждает летом, таким образом, фреоновый теплообменник SAF DX Kit будет работать при меньшем перепаде температур и иметь меньший по сравнению с FDU-F расход хладагента.

Блок управления SAF DX Kit управляется наружным блоком системы по шине Superlink II, точно так же как и внутренние блоки системы. Таким образом, комплекс из SAF и SAF DX Kit может быть наряду с другими внутренними блоками системы включен в общую систему диспетчеризации, что удобно с точки зрения последующей эксплуатации системы.



❖ ❖ **Рис. 2.** Принципиальная схема использования EEV Kit с вентиляционной установкой (рециркуляционный воздух, блок управления ВУ, центральный ПДУ, адаптер Superlink, блок управления EEV Kit, основная плата управления, блок управления ВУ)

Кроме блока SAF DX Kit, в 2011 г. MHI предложит еще один, более интересный аксессуар — так называемый EEV Kit. Он состоит из блока управляющей электроники и набора расширительных клапанов и представляет собой универсальное, «все в одном» решение для подключения наружных блоков VRF-систем к секциям охлаждения вентиляционных установок (имеются в виду фреоновые теплообменники непосредственного испарения).

### Установить температуру воздуха на выходе из вентиляционной установки можно при помощи стандартного для системы KX6 пульта RC-E4

Таким образом, появляется возможность построения системы центрального кондиционирования объекта с приточной вентиляцией в любой конфигурации с применением исключительно VRF-систем, без использования дополнительного вентиляционного оборудования.

EEV Kit будет также выпускаться в варианте Multi EEV Kit, что позволит подключать к одной секции охлаждения вентиляционной установки до восьми наружных блоков системы KX6. Учитывая максимальную холодопроизводительность одного блока в 68 кВт, нетрудно подсчитать, что возможно будет использовать секции охлаждения с нагрузкой до 544 кВт, что при стандартных условиях дает производительность вентиляционной установки около 65 тыс. м<sup>3</sup>/ч.

Блок управления EEV Kit имеет собственные датчики температуры воздуха на вхо-

де и выходе, но работает во взаимодействии с собственным контроллером вентиляционной установки, что дает возможность максимально точного и корректного управления. Установить температуру воздуха на выходе из вентиляционной установки можно при помощи стандартного для системы Mitsubishi KX6 пульта RC-E4.

Кроме того, при помощи стандартного адаптера SC-AND-E комплекс из вентиляционной установки и EEV Kit можно подключить к шине Superlink и, таким образом, организовать общую систему диспетчеризации.

В случае использования EEV Kit, наружный блок может обслуживать только вентиляционную установку, обычных наружных блоков в его холодильном контуре в этом случае присутствовать не может. Однако, такая система может быть объединена с другими системами, обслуживающими обычные внутренние блоки по линии управления. Это дает возможность построить единую, комплексную систему кондиционирования объекта с притоком воздуха на базе VRF-систем KX6.

Начало производства этих полезных аксессуаров, существенно расширяющих возможности VRF-систем MHI KX6, ожидается в феврале-марте 2011 г. ●



Статья предоставлена компанией «Биоконд» — официальным дистрибьютором Mitsubishi Heavy Industries в России

[www.mhi-russia.ru](http://www.mhi-russia.ru)

Иллюстрация компании-производителя.



**По найденной общей тяге вентилятора в тоннеле определяется количество струйных вентиляторов как ближайшее целое значение, не меньше рассчитанного по выражению в правой части неравенства**

При однонаправленном движении транспортных средств и воздушного потока транспортное средство будет оказывать сопротивление воздушному потоку, если транспортное средство имеет меньшую скорость ( $v_a > v_l$ ) или ( $v_a > v_h$ ). И наоборот, если скорость транспорта больше скорости воздуха в тоннеле, то транспорт будет оказывать на воздух дополнительное проталкивающее воздействие, которое иногда называют поршневым эффектом. Потери давления при однонаправленном движении легковых автомобилей и воздушного потока, Па:

$$\Delta P_{pistl} = N_{lt}(v_l)k_{wl} \times \frac{\rho_a(v_a - v_l)|v_a - v_l|F_{al}}{2A_t} \quad (15)$$

При ( $v_a < v_l$ ) результат, полученный по формуле (15), будет отрицательным, что свидетельствует о наличии проталкивающего поршневого эффекта и, следовательно, о снижении суммарных потерь давления.

Аналогичные потери давления для грузовых транспортных средств, Па:

$$\Delta P_{pisth} = N_{ht}(v_h)k_{wh} \times \frac{\rho_a(v_a - v_h)|v_a - v_h|F_{ah}}{2A_t} \quad (16)$$

Общие потери давления при спутном движении транспортных средств и воздушного потока в тоннеле, Па:

$$\Delta P_{pist} = \Delta P_{pistl} + \Delta P_{pisth} \quad (17)$$

Потери давления, вызванные разностью атмосферных давлений на порталах тоннеля, Па:

$$\Delta P_p = \rho_a g \frac{\Delta H \Delta T}{T_a + 273} \quad (18)$$

где  $g$  — гравитационное ускорение, 9,8065 м/с<sup>2</sup>;  $\Delta H$  — разница высот между порталами тоннеля, м;  $\Delta T$  — разность температур между средней температурой воздуха и температурой окружающей среды у нижнего портала, °С;  $t_a$  — температура окружающей среды у нижнего портала, °С.

На основании рассчитанных потерь давления определяются суммарные потери давления в тоннеле, Па:

$$\Delta P_{total} = \Delta P_{in} + \Delta P_{wf} + \Delta P_{out} + \Delta P_{wind} + \Delta P_{block} + \Delta P_{drag} + \Delta P_{pist} + \Delta P_p \quad (19)$$

Следует помнить, что в формулу (19) при нулевом трафике не входят  $\Delta P_{drag}$  и  $\Delta P_{pist}$  а при движении транспорта отсутствует  $\Delta P_{block}$ . А при одностороннем движении в тоннеле в формуле (19) отсутствует одно из слагаемых: либо  $\Delta P_{drag}$ , либо  $\Delta P_{pist}$ , а при двухстороннем они оба присутствуют. Также слагаемые  $\Delta P_{wind}$ ,  $\Delta P_{pist}$  и  $\Delta P_p$  могут принимать отрицательные значения, что приводит к уменьшению суммарных потерь давления.

Тогда общая тяга вентиляторов в тоннеле с учетом поправочных коэффициентов будет составлять, Н:

$$\xi_y = \frac{G_y(i_{y1} - i_{y2})}{W_n(t_{y1} - t_{y2})} \geq 1 \quad (11)$$

где  $k_v$  — поправочный скоростной коэффициент, учитывающий всевозможные неучтенные потери давления в тоннеле ( $k_v < 1$ ); обычно 0,8–0,9;  $k_{inst}$  — поправочный монтажный коэффициент, учитывающий всевозможные погрешности и неточности при монтаже вентиляционного оборудования ( $k_{inst} < 1$ ); обычно 0,8–0,9.

По найденной общей тяге в тоннеле (20) определяется количество струйных вентиляторов как ближайшее целое значение, не меньше рассчитанного по выражению в правой части неравенства:

$$N_f \geq \frac{F_t}{A_f \rho_a v_f^2} \quad (21)$$

где  $A_f$  — площадь выходного сечения струйного вентилятора [м<sup>2</sup>], в первом приближении выбирается по паспортным данным наиболее подходящего вентилятора;  $v_f$  — скорость воздуха в выходном сечении струйного вентилятора, в первом приближении задается ориентировочно из опытных данных (для тоннельных струйных вентиляторов обычно 25–40 м/с).

Исходя из полученных результатов, тяга (осевая реактивная сила) одного струйного вентилятора составляет, Н:

$$F_f = \frac{F_t}{N_f} \quad (22)$$

При необходимости делается уточняющий перерасчет во втором (и возможно, в третьем) приближении по (21) и (22), выбрав иные значения  $A_f$  и/или  $v_f$  или изменив количество вентиляторов на позиции. После уточнения количества струйных вентиляторов  $N_f$  рассчитывается расстояние между ними (или вентустановками) по длине тоннеля, м:

$$L_f = \frac{L}{\frac{N_f}{n_f} + 1} \quad (23)$$

где  $n_f$  — количество струйных вентиляторов на позиции (в одной вентиляционной установке).

Таким образом, определяются все основные параметры для проектирования продольной тоннельной вентиляции с помощью струйных вентиляторов.

В заключение, по рекомендациям PIARC, следует определить минимальное осевое расстояние между вентиляторами, выраженное через гидравлический диаметр, м:

$$(L_f)_{min} = 10D, \quad (24)$$

или же, если применяется отклонение лопаток, м:

$$(L_f)_{min} = (6-8)D, \quad (25)$$

и сравнить его с полученным в (23).

Механическая мощность воздушного потока, выходящего из вентилятора, Вт:

$$N_m = F_f v_f \cos \angle(\vec{F}_f, \vec{v}_f) \quad (26)$$

Для струйных вентиляторов угол между векторами тяги и скорости обычно равен нулю, а косинус — единице. Тогда электрическая мощность, потребляемая двигателем вентилятора, будет составлять:

$$N_e = \frac{N_m}{\eta} \quad (27)$$

где  $\eta$  — коэффициент полезного действия вентилятора, который для струйных вентиляторов чаще всего находится в диапазоне от 0,60 до 0,80.



### Пример расчета

Расчет и подбор струйных вентиляторов выполнены для двухполосного тоннеля с двусторонним движением (по одной полосе в каждую сторону) в загородной зоне по следующим исходным данным:  $L = 1000$  м — длина тоннеля;  $A_t = 100$  м<sup>2</sup> — площадь поперечного сечения;  $D = 10$  м — гидравлический диаметр;  $\Delta H = 0$  м — разница высот между порталами тоннеля;  $v_{wind} = 5$  м/с — скорость ветра за пределами тоннеля; 80/20% — стандартное соотношение легковых/грузовых транспортных средств в тоннеле;  $v_a = 3$  м/с — минимальная скорость воздушного потока для дымоудаления;  $\rho_a = 1,2$  кг/м<sup>3</sup> — плотность воздуха;  $k_{fl} = 0,4$  — коэффициент закупоривания тоннеля легковым транспортным средством;  $k_{fh} = 1,0$  — то же грузовым средством;  $F_{al} = 2$  м<sup>2</sup> — фронтальная площадь легкового транспортного средства;  $F_{ah} = 7$  м<sup>2</sup> — то же грузового средства;  $k_v = 0,85$  — поправочный скоростной коэффициент;  $k_{inst} = 0,85$  — поправочный монтажный коэффициент.

Неуказанные исходные данные выбираются из нормативных документов, каталогов или иных источников.

Расчет минимального воздушного потока для снижения концентрации СО до допустимых величин в транспортной пробке в тоннеле проводится на основании максимально возможного количества машин в тоннеле (на двух полосах):

$$\begin{aligned} N_{lt}(0) &= 171; q_{colg}(0) = 101,3 \text{ г/ч}; \\ N_{ht}(0) &= 43; q_{cohg}(0) = 57 \text{ г/ч}. \text{ А при:} \\ k_h &= k_{cs} = k_s = k_m = 1; \rho_{CO} = 1200 \text{ г/м}^3; \\ [CO_{об}] &= 100 \text{ ppm} = 0,000100; \\ CO_{об/out} &= 0, \text{ и по формулам (1)–(4):} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{colm} &= \frac{101,3}{1200} = 0,0844 \text{ м}^3/\text{ч}; \\ Q_{a/col} &= \frac{171 \times 0,0844}{3600 \times 0,0001} = 40 \text{ м}^3/\text{с}; \\ q_{coh} &= \frac{57}{1200} = 0,0475 \text{ м}^3/\text{ч}; \\ Q_{a/coh} &= \frac{43 \times 0,0475}{3600 \times 0,0001} = 5,67 \text{ м}^3/\text{с}. \end{aligned}$$

Тогда общий поток воздуха по (5):  $Q_{a/co} = 40 + 5,67 = 45,7$  м<sup>3</sup>/с.

А минимальная скорость воздушного потока в тоннеле составит:

$$v_a = \frac{45,7}{100} = 0,457 \text{ м/с}.$$

Аналогичные вычисления при замедленном (10 км/ч) и нормальном (60 км/ч) движении проведены при следющих исходных данных с получением соответствующих результатов:

$$\begin{aligned} N_{lt}(10) &= 69; q_{colg}(10) = 217,9 \text{ г/ч}; \\ N_{ht}(10) &= 17; q_{cohg}(10) = 157,7 \text{ г/ч}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [CO_{об}] &= 100 \text{ ppm} = 0,000100, \\ \text{тогда } v_a &= 0,410 \text{ м/с, и} \\ N_{lt}(60) &= 31; q_{colg}(60) = 863,1 \text{ г/ч}; \\ N_{ht}(60) &= 8; q_{cohg}(60) = 415,7 \text{ г/ч}; \\ [CO_{об}] &= 70 \text{ ppm} = 0,000070, \\ \text{тогда } v_a &= 0,995 \text{ м/с}. \end{aligned}$$

Итак, из четырех минимальных скоростей воздушного потока при разных графиках и для дымоудаления максимальной оказалась  $v_a = 3$  м/с (для дымоудаления), которая будет использована далее для определения потерь давления. Потери давления на входе в тоннель при  $z_{in} = 0,5$  по формуле (7):

$$\Delta P_{in} = 0,5 \frac{1,2 \times 3^2}{2} = 2,7 \text{ Па}.$$

Потери давления от сопротивления трения о стены при  $l_{wf} = 0,024$  (для гладких бетонных стен) по формуле (8):

$$\Delta P_{wf} = 0,024 \frac{1000 \times 1,2 \times 3^2}{10 \times 2} = 13,0 \text{ Па}.$$

Потери давления на выходе из тоннеля при  $z_{out} = 1,0$  по формуле (9):

$$\Delta P_{out} = 1,0 \frac{1,2 \times 3^2}{2} = 5,4 \text{ Па}.$$

Потери давления от ветрового напора по формуле (10):

$$\Delta P_{wind} = \frac{1,2 \times 5^2}{2} = 15,0 \text{ Па}.$$

Потери давления из-за эффекта закупоривания тоннеля проезжающими по нему транспортными средствами (11):

$$\begin{aligned} \Delta P_{block} &= \frac{0,7}{100} \left( 171 \times 0,4 \times 2 + \right. \\ &\quad \left. + 43 \times 1 \times 7 \right) \times \\ &\quad \times \frac{1,2 \times 3^2}{2} = 16,5 \text{ Па}. \end{aligned}$$

При отсутствии движения транспортных средств потери давления от аэродинамического сопротивления  $\Delta P_{drag}$  и от поршневого эффекта  $\Delta P_{pist}$  отсутствуют.

При небольшом перепаде высот между порталами ( $\Delta H \rightarrow 0$ ) потерями давления, вызванными разностью атмосферных давлений, можно пренебречь.

Тогда суммарные потери давления в рассматриваемом тоннеле по формуле (19) составят величину:

$$\Delta P_{total} = 2,7 + 13,0 + 5,4 + 15,0 + 16,5 = 52,6 \text{ Па}.$$

Общая тяга вентиляторов по (20):

$$F_t = \frac{52,6 \times 100}{0,85 \times 0,85} = 7280 \text{ Н}.$$

Количество струйных вентиляторов по (21) определяется после предварительного выбора типоразмера вентилятора и скорости выходящего воздуха. Если выбрать вентилятор типоразмера

1000 мм с площадью выходного сечения:

$$A_f = \pi \frac{1^2}{4} = 0,785 \text{ м}^2,$$

и со скоростью воздуха в выходном сечении 30 м/с, то:

$$N_f \geq \frac{7280}{0,785 \times 1,2 \times 30^2} = 8,59.$$

Следовательно, выбираем  $N_f = 9$ . Тогда тяга одного струйного вентилятора (22):

$$F_f = \frac{7280}{9} = 809 \text{ Н}.$$

Итак, для вентиляции рассмотренного тоннеля требуется девять струйных вентиляторов с тягой 809 Н и скоростью воздуха 30 м/с. Если такого вентилятора в каталоге не имеется, а, например, имеются вентиляторы с меньшей тягой или иных типоразмеров, то следует рассмотреть следующие варианты:

- установка двух или более вентиляторов на одной позиции параллельно;
- выбор вентиляторов большего типоразмера, обладающих большей тягой;
- увеличение количества последовательно установленных вентиляторов.

Расстояние между вентиляторами по длине тоннеля по (23) при установке на каждой позиции одного вентилятора:

$$L_f = \frac{1000}{9+1} = 100 \text{ м}.$$

Проверка по (24) и (25) подтверждает возможность использования выбранных вентиляторов. А с помощью формул (26) и (27) можно оценить требуемую мощность электродвигателя для вентилятора, например, при КПД, равном 75%:

$$N_e = \frac{809 \times 30}{0,75} = 32360 \text{ Вт} \approx 32,4 \text{ кВт}.$$

В заключение авторами выражается надежда на широкое распространение и положительные результаты применения предлагаемой методики для расчета продольных систем вентиляции тоннелей, что должно способствовать как повышению дорожной безопасности, так и улучшению качества отечественных автомобильных дорог. ●

1. СНиП 32-04-97. Тоннели железнодорожные и автодорожные.
2. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
3. Вишневский Е.П. Проектные решения и технические средства вентиляции тоннелей // Журнал С.О.К., №6/2008.
4. Вишневский Е.П. Вентиляция тоннелей: проектные решения технические средства // Мир дорог, №42/2009.
5. Прокофьев С.Ю. Проектирование систем вентиляции тоннелей за рубежом // Мир дорог, №45/2010.
6. Система вентиляции тоннелей. Выбор схемы вентиляции. Ч. 2. // Мир климата, №60/2010.

## Группа компаний «АЯК» и холдинг G.I. Industrial Holding S.p.A. сообщают о расширении дилерской сети на территории Российской Федерации по направлению «Системы центрального кондиционирования».

### НАШИ ПРЕИМУЩЕСТВА:

- **«прямая связь с заводом»**  
позволяет нам осуществлять квалифицированную помощь дилерским компаниям по решению технических задач, давать индивидуально разработанные решения для технологических производств.
- **«горячая телефонная линия»**  
дает возможность консультироваться с нашими специалистами по вопросам подбора, применения оборудования, монтажа и пусконаладки.
- **«программа профессионального обучения»**  
проектировщиков, сервисных инженеров и менеджеров проводится как в Москве, так и на выездных семинарах по всей территории России. Семинары постоянно совершенствуются, согласно пожеланиям наших дилерских компаний.
- **«оперативный склад»**  
для удовлетворения срочных поставок создан обширный номенклатурный запас на складе в Москве: компрессорно-конденсаторные блоки, фанкойлы и прецизионные кондиционеры.

### МЫ ПРЕДОСТАВЛЯЕМ КОМПАНИЯМ-ПАРТНЕРАМ:

- гибкую ценовую политику,
- всестороннюю коммерческую и техническую поддержку,
- поддержку дилера в тендерах,
- оперативную поставку оборудования,
- порядочность и честность во взаимоотношениях.

### МЫ ЖДЁМ ОТ НОВОЙ КОМПАНИИ-ПАРТНЁРА:

- компетентности и желания продвигать оборудование холдинга G.I. Industrial Holding S.p.A., бренды CLINT, Novair, Montair
- компания должна обладать техническим персоналом для инсталляции и осуществления сервисных функций.



#### ФАНКОЙЛЫ

мощностью 0,9–43 кВт  
корпусные, кассетные,  
консольные, канальные



#### КОМПРЕССОРНО- КОНДЕНСАТОРНЫЕ БЛОКИ

мощностью 5–800 кВт



#### ЧИЛЛЕРЫ

С воздушным охлаждением  
конденсатора 5–1500 кВт.  
Со свободным охлаждением  
28–1160 кВт.

Бесконденсаторные 5–1500 кВт.  
С водяным охлаждением  
конденсатора 5–3700 кВт.



#### КРЫШНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ

мощностью 54–255 кВт



[www.clint-russia.ru](http://www.clint-russia.ru)  
[www.jac.ru](http://www.jac.ru)



Фото компании-производителя.



❖ Чиллер Clint Turboline CWW/TT/Y

имеют практически равномерное распределение весов, а съемные панели с шумоизоляцией, установленные по всему периметру оборудования, снижают уровень шума и делают удобным проведение сервисных работ.

Для агрегатов с винтовыми компрессорами дополнительно предлагается недорогая опция Stepless Control или «бесступенчатое регулирование производительностью компрессоров», которая позволяет плавно изменять производительность винтового компрессора от 50 до 100%. Что очень важно — управление производительностью компрессора осуществляется за счет контроля температуры выходящей воды, вследствие чего снижается сезонное электропотребление.

G.I. Industrial Holding S.p.A. не прекращает разработки в области энергосберегающих технологий. Последние достижения использованы в расширенной гамме моноблочных чиллеров серии CHA/FC на спиральных и винтовых компрессорах производительностью от 28 до 1163 кВт со встроенными гидромодулями. В режиме свободного охлаждения (free-cooling) холодопроизводительность такая же, как и при машинном охлаждении, что очень важно для систем с постоянными теплотоктоками (серверные).

### Multi Power

Хит продаж и лидер в рейтинге покупательских предпочтений — водоохладители серии Multi Power на фреоне R410a производительностью от 200 до 1050 кВт. Эти чиллеры имеют конкурентное соотношение «цена/холодопроизводительность».

Серия CHA/K 726-3612 имеет 17 типоразмеров и, соответственно, малый дискрет про-

изводительности между размерами. Это дает возможность оптимально подобрать агрегат по производительности и стоимости. В этих агрегатах воплощены все позитивные конструктивные наработки ранее выпускаемой серии на фреоне R407c: высокоэффективные пластинчатые теплообменники, два холодильных контура, в которых применяются от трех до шести спиральных компрессоров, включенных в тандем, низкие пусковые токи, большое количество ступеней регулирования (до 10), встроенные гидромодули. Применение спиральных компрессоров Performer гарантирует высокую надежность,

а риски остановки агрегата сведены к минимуму, поскольку он может работать с ограниченным количеством компрессоров. Вес этих чиллеров на 25–30% меньше, чем чиллеров на винтовых компрессорах. Применение электронного TPV во всех агрегатах и ступенчатая логика управления компрессорами улучшает технические показатели агрегата. При холодопроизводительности агрегата ниже 80% параметр энергоэффективности *EER* выше 3,1, и агрегат переходит в класс «А» энергосбережения, что, в свою очередь, означает снижение эксплуатационных затрат.

При высоких наружных температурах выше предельных эксплуатационных значений в агрегатах предусмотрена разгрузка по

**Все чиллеры Clint моноблочного ряда имеют полноценные встроенные гидромодули: насосы, накопительный и расширительные баки**

мощности, т.е. по давлению конденсации могут ступенчато исключаться из работы компрессоры. В агрегатах с 10 ступенями регулирования холодопроизводительности ее снижение составляет всего 10% от общей производительности при отключении одного компрессора, однако оборудование остается в работе.

Оборудование, установленное в южных регионах России, подтвердило свою работоспособность и надежность при аномально высоких температурных показателях летом 2010 г. В таких условиях системы Clint практически не давали сбоев и отработали без аварий.



❖ Чиллер Clint Turboline CHA/TT/Y

Фото компании-производителя.



Фото компании-производителя.

•• Новая серия настенных фанкойлов Clint Eurice, выпущенная в 2010 г.

### Turboline

В сотрудничестве с компанией Danfoss запущена в производство новая серия энергоэффективных чиллеров Turboline, укомплектованных центробежными турбокомпрессорами Turbosog и испарителем затопленного типа. Чиллеры серии Turboline созданы на базе двухступенчатых центробежных компрессоров Turbosog с магнитными подшипниками. Из-за полного отсутствия механического трения и масла в компрессоре (технология Oil Free), которое не оседает на стенках теплообменников холодильного контура, холодопроизводительность агрегата увеличивается на 15% в сравнении с традиционными чиллерами на винтовых компрессорах, кроме того, увеличивается и срок службы. За счет инверторной системы управления компрессоры имеют чрезвычайно низкие пусковые токи (менее 5 А на один компрессор), которые стартуют поочередно. Сочетание всех перечисленных возможностей позволяет отнести чиллеры Turboline к классу «А» энергоэффективности.

Чиллеры имеют высокие показатели энергоэффективности при частичных нагрузках компрессоров и оптимально подходят для

систем кондиционирования промышленного назначения с изменяемыми тепловыми нагрузками, где необходима высокая точность поддержания температуры холодоносителя без колебаний температуры. Благодаря магнитной технологии подвеса турбины компрессора чиллеры серии Turboline имеют наилучший показатель звукового давления и вибрации. Стоимость агрегатов серии Turboline несколько выше стоимости аналогов на винтовых компрессорах. Однако разница в цене окупается за счет снижения эксплуатационных расходов (стоимость потребляемой электроэнергии, расходы на обслуживание ниже на 35%), которые в целом ниже, чем у аналогов на винтовых компрессорах на 50%. Окупаемость первоначальных затрат составляет примерно четыре года.

Серия моноблочных чиллеров CHA/TT/Y 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.

•• Кассетные фанкойлы Clint серии TCW



Фото компании-производителя.

**Чиллеры имеют высокие показатели энергоэффективности при частичных нагрузках компрессоров и оптимально подходят для систем кондиционирования промышленного назначения, где необходима высокая точность поддержания температуры холодоносителя**

Возможны версии со стандартными конденсаторами CHA/TTY и версии Microchanell CHA/TTY/МС с алюминиевыми теплообменниками, что позволяет: увеличить эффективность на 30%, снизить потери потока воздуха на 25%, на столько же — расход фреона и на 65% уменьшить вес. Агрегаты опционально могут комплектоваться гидромодулями.

Серия чиллеров с водяным охлаждением конденсатора на фреоне R134a холодопроизводительностью от 333 до 3700 кВт имеет в своем составе от одного до шести компрессоров. Благодаря компрессорам Turbosog получены высокие показатели  $EER = 5,37-5,86$ .

CWW/TTY производительностью от 333 до 3696 кВт предназначены для работы с градирнями. CWW/TTY/DR производительностью от 280 до 1546 кВт предназначены для работы с сухими охладителями.

Контроллер Turbosoft фирмы Danfoss с графическим дисплеем осуществляет непрерывный мониторинг расхода воды, контролирует параметры компрессоров: скорость вращения и положение вала турбины. Предусмотрена возможность телекоммуникационного мониторинга GSM, GPRS/TCP-IP.

### Фанкойлы

Четыре серии фанкойлов различного дизайна мощностью от 0,95 до 7,3 кВт, имеющие общую внутреннюю конструкцию, стабильно пользуются популярностью у промышленных дизайнеров. Блоки выпускаются как в декоративном корпусе, так и для скрытого монтажа. В 2010 г. выпущена новая серия настенных фанкойлов Eurice производительностью от 2 до 8,5 кВт со встроенным клапаном по воде, управление осуществляется с помощью ИК-пульта. Заводы производят также кассетные фанкойлы серии TCW мощностью от 2 до 10 кВт и модульные канальные фанкойлы UTW мощностью от 4,2 до 43 кВт.

Эксклюзивным дистрибутором Clint на территории РФ и в странах СНГ является Группа компаний «АЯК». Российскому покупателю ГК «АЯК» предлагает полную модельную линейку всей гаммы оборудования Clint. ●

**Группа компаний «АЯК»**

**Тел/факс +7 (495) 956-27-11**

**www.clint-russia.ru**

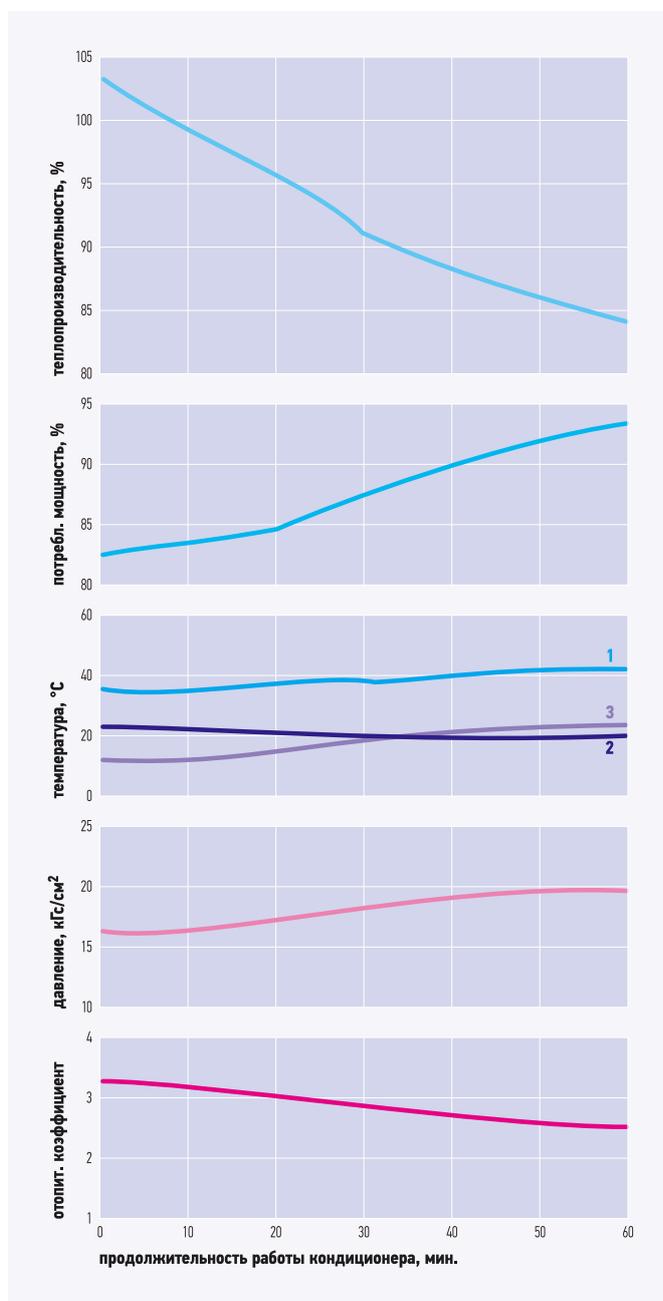
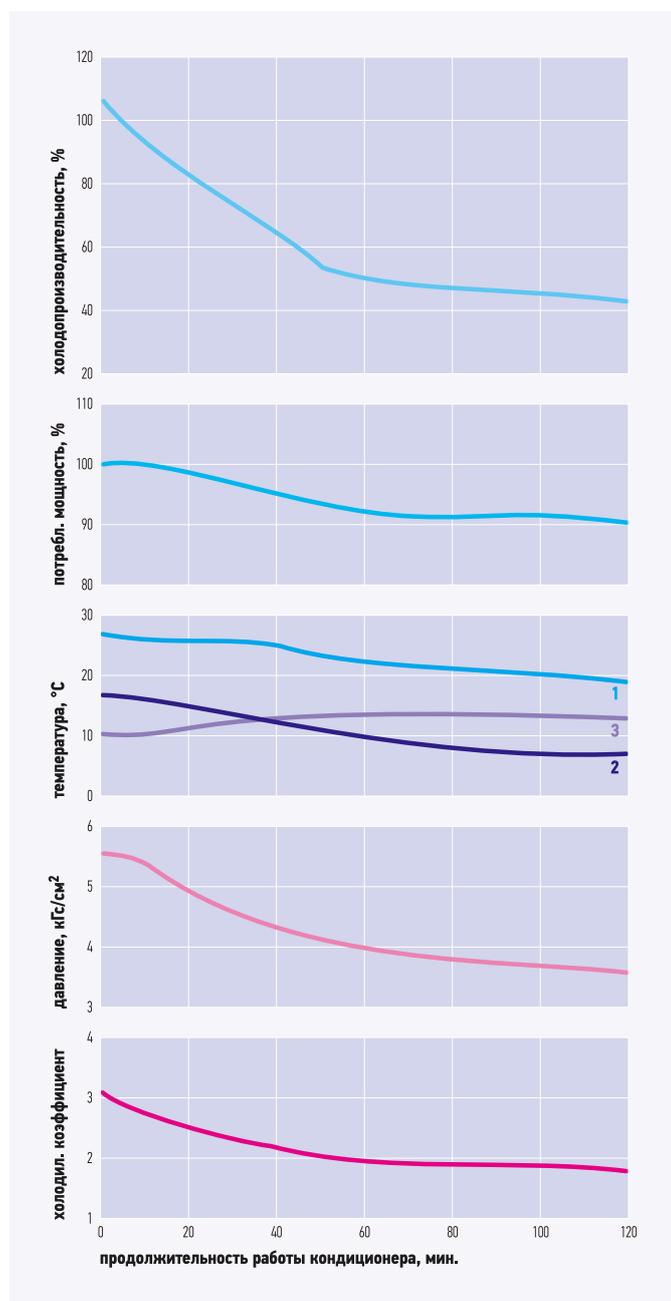
**www.jac.ru**



•• Паспортные характеристики испытываемого кондиционера

№	Наименование характеристики	Значение
1	Холодопроизводительность, Вт	2200
2	Теплопроизводительность, Вт	2300
3	Воздухопроизводительность, м <sup>3</sup> /ч	380
4	Потребляемая мощность в режиме охлаждения, Вт	790
5	Потребляемая мощность в режиме нагрева, Вт	890
6	Рабочая сила тока в режиме охлаждения, А	3,9
7	Рабочая сила тока в режиме нагрева, А	4,5
8	Номинальная частота вращения вентилятора наружного блока, мин <sup>-1</sup> (при U = 220 В)	730
9	Номинальная частота вращения вентилятора внутреннего блока, высокая/средняя/низкая, мин <sup>-1</sup> (при U = 220 В)	1315/1230/815
10	Хладагент	R22
11	Электропитание, фаз/В/Гц	1/220/50

табл. 1 □ для фактических условий испытаний продолжительность снижения температуры воздуха с 27 до 19°C составила 120 минут;  
 □ фактическая холодопроизводительность кондиционера снижается с максимального значения (108% от паспортного значения) на момент включения кондиционера до минимального значения (58% от паспортного значения) на момент автоматического выключения кондиционера;  
 □ потребляемая мощность и рабочая сила тока снижаются с максимальных значений ( $\approx 100\%$  от паспортного значения) на момент включения кондиционера



•• Рис. 1. Характеристики работы кондиционера в режиме охлаждения (1 — температура воздуха в помещении; 2 — температура воздуха на выходе из внутреннего блока; 3 — разность температуры воздуха на входе и выходе)

•• Рис. 2. Характеристики работы кондиционера в режиме нагрева (1 — температура воздуха в помещении; 2 — температура воздуха на выходе из внутреннего блока; 3 — разность температуры воздуха на входе и выходе)

❖ Режим работы: охлаждение

табл. 2

Характеристики	Изменение calorиметрических и энергетических характеристик с учетом временного фактора													
	00 мин.	10 мин.	20 мин.	30 мин.	40 мин.	50 мин.	60 мин.	70 мин.	80 мин.	90 мин.	100 мин.	110 мин.	120 мин.	
Холодопроизводительность, % от паспортных значений	108,2	97,7	87,3	80,5	74,5	66,4	63,6	62,3	60,9	60,5	59,5	58,6	58,2	
Потребляемая мощность, % от паспортных значений	99,9	99,6	97,5	96,2	94,5	93,4	92,4	91,5	91,1	91,0	91,0	90,5	89,9	
Рабочая сила тока, % от паспортных значений	97,4	97,4	94,9	94,9	93,3	92,3	91,8	89,7	89,7	89,7	89,7	89,7	89,7	
Температура воздуха в помещении, °CDB	27,00	26,03	25,69	25,52	25,08	23,58	22,60	21,47	20,71	20,20	19,69	19,20	18,84	
Температура воздуха на выходе из внутреннего блока, °CDB	16,65	15,51	14,93	13,46	12,20	10,37	9,18	8,28	7,75	7,43	7,16	6,85	6,60	
Разность температуры воздуха на входе и выходе из блока, °CDB	10,35	10,52	10,76	12,06	12,88	13,21	13,42	13,19	12,96	12,77	12,53	12,35	12,24	
Давление хладагента в системе (всасывание), кгс/см <sup>2</sup>	5,53	5,33	4,93	4,61	4,38	4,09	3,90	3,84	3,80	3,70	3,70	3,70	3,61	
Холодильный коэффициент, Вт/Вт	3,02	2,73	2,49	2,33	2,19	1,98	1,92	1,89	1,86	1,85	1,82	1,80	1,79	

❖ Режим работы: нагревание

табл. 3

Характеристики	Изменение calorиметрических и энергетических характеристик с учетом временного фактора							
	00 мин.	10 мин.	20 мин.	30 мин.	40 мин.	50 мин.	60 мин.	
Теплопроизводительность, % от паспортных значений	103,5	100,4	97,8	93,9	91,7	90,0	88,3	
Потребляемая мощность, % от паспортных значений	82,0	83,1	84,4	87,4	89,6	91,5	93,3	
Рабочая сила тока, % от паспортных значений	77,8	79,3	81,1	83,8	85,8	87,3	88,9	
Температура воздуха в помещении, °CDB	11,99	13,25	14,50	17,30	19,34	21,06	22,78	
Температура воздуха на выходе из внутреннего блока, °CDB	34,91	35,63	36,35	38,36	40,01	41,43	42,85	
Разность температуры воздуха на входе и выходе из блока, °CDB	22,92	22,38	21,85	21,06	20,67	20,37	20,07	
Давление хладагента в системе (нагнетание), кгс/см <sup>2</sup>	16,21	16,68	17,15	18,07	18,74	19,30	19,86	
Отопительный коэффициент, Вт/Вт	3,26	3,12	3,00	2,78	2,65	2,54	2,45	

до минимальных значений (около 90 % от паспортного значения) на момент его автоматического выключения;

□ давление хладагента (на всасывании) снижается с 5,5 кгс/см<sup>2</sup> на момент включения кондиционера до 3,6 кгс/см<sup>2</sup> на момент автоматического выключения кондиционера;

□ холодильный коэффициент (Вт/Вт) снижается с 3,0 на момент включения кондиционера до 1,8 на момент автоматического выключения кондиционера.

**3.3. Функционирование кондиционера в режиме нагревания во временном периоде от момента включения кондиционера в работу до момента его автоматического выключения при достижении заданной температуры, характеризуется следующим:**

□ продолжительность периода работы кондиционера по повышению температуры воздуха в помещении с фактического до заданного значения и, соответственно, скорость повышения температуры воздуха в помещении зависят как от размеров помещения, так и от параметров кондиционера;

□ для фактических условий испытаний продолжительность повышения температуры воздуха с 12 до 22 °C составила 60 минут;

□ фактическая теплопроизводительность кондиционера снижается с максимального значения (103 % от паспортного значения) на момент включения кондиционера до минимального значе-

ния (88 % от паспортного значения) на момент автоматического выключения кондиционера;

□ потребляемая мощность и рабочая сила тока повышаются с минимальных значений (около 80 % от паспортного значения) на момент включения кон-

**Хотелось бы подчеркнуть, что за сравнительно короткий промежуток времени характеристики работы кондиционера существенно меняются**

диционера до максимальных значений (около 90 % от паспортного значения) на момент автоматического выключения кондиционера;

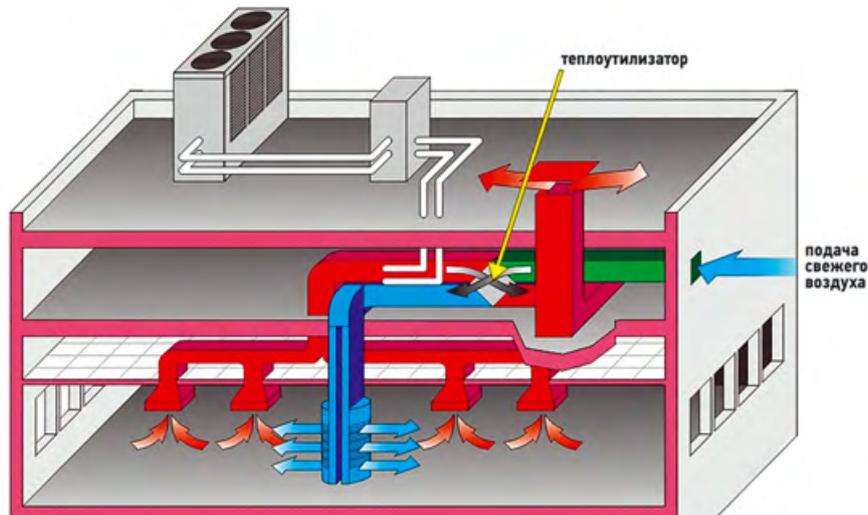
□ давление хладагента (на нагнетании) повышается с 16,2 кгс/см<sup>2</sup> на момент включения кондиционера до 19,9 кгс/см<sup>2</sup> на момент автоматического выключения кондиционера;

□ отопительный коэффициент (Вт/Вт) снижается с 3,3 на момент включения кондиционера до 2,5 на момент автоматического выключения кондиционера.

В данных исследованиях наука даже не рассматривалась. Просто хотелось бы подчеркнуть, что за сравнительно короткий промежуток времени характеристики работы кондиционера существенно меняются. Это важно всегда учи-

тывать при тестировании кондиционера. Например, если давление на всасывании измерять сразу после включения кондиционера, получается 5,53, а при завершении охлаждения, то давление — 3,61 (65 %). Причем оба результата являются верными. То есть можно дать практический совет: тестирование нужно выполнять достаточно быстро, и четко фиксировать температуры, при которых выполняются замеры. ●





www.freewallpaper.com

## Утилизация теплоты: оценка эффективности

Выбор подсистемы утилизации теплоты — сложная и комплексная задача, решаемая с учетом многих факторов, тарифов, цен и взаимосвязей. Сам термин «коэффициент эффективности», как объяснено в этой статье, имеет много разновидностей, и поэтому возможно неправильное применение и подмена понятий.

При объективной оценке эффективности нужно учитывать разные режимы работы утилизатора: «сухой», «мокрый», неуправляемый, управляемый, оттайки и др., описанные в предыдущей статье (журнал С.О.К., №12/2010). В результате возможных ошибок, перечисленных ниже, можно получить фактическую эффективность и экономию теплоты существенно меньшую, чем по расчету, это может не устроить заказчика. Последний не намерен долго ждать окупаемости этого аппарата, отводя этому срок примерно два-три года.

### Основные теплотехнические параметры утилизаторов теплоты и холода

В технических и частично экономических расчетах, при испытании теплоутилизационного оборудования используют различные и, в общем случае, многочисленные параметры, одни из которых применяют чаще, другие — реже. Среди этих параметров основными являются:

□ температурный коэффициент эффективности по наружному воздуху:

$$\theta_{\text{тy.tн}} = \frac{W_{\text{н}}(t_{\text{н2}} - t_{\text{н1}})}{W_{\text{мин}}(t_{\text{y1}} - t_{\text{н1}})}; \quad (1)$$

□ температурный коэффициент эффективности по уходящему воздуху:

$$\theta_{\text{тy.tн}} = \frac{W_{\text{y}}(t_{\text{y1}} - t_{\text{y2}})}{W_{\text{мин}}(t_{\text{y1}} - t_{\text{н1}})}; \quad (2)$$

□ коэффициент эффективности влагообмена по наружному воздуху:

$$\theta_{\text{тy.dн}} = \frac{G_{\text{н}}(d_{\text{н2}} - d_{\text{н1}})}{G_{\text{мин}}(d_{\text{y1}} - d_{\text{н1}})}; \quad (3)$$

□ коэффициент эффективности влагообмена по уходящему воздуху:

$$\theta_{\text{тy.dн}} = \frac{G_{\text{y}}(d_{\text{y1}} - d_{\text{y2}})}{G_{\text{мин}}(d_{\text{y1}} - d_{\text{н1}})}; \quad (4)$$

□ энтальпийный коэффициент эффективности по наружному воздуху:

$$\theta_{\text{тy.iн}} = \frac{G_{\text{н}}(i_{\text{н2}} - i_{\text{н1}})}{G_{\text{мин}}(i_{\text{y1}} - i_{\text{н1}})}; \quad (5)$$

□ энтальпийный коэффициент эффективности по уходящему воздуху:

$$\theta_{\text{тy.iн}} = \frac{G_{\text{y}}(i_{\text{y1}} - i_{\text{y2}})}{G_{\text{мин}}(i_{\text{y1}} - i_{\text{н1}})}; \quad (6)$$

□ коэффициент явной теплопередачи аппарата, Вт/(м<sup>2</sup>·°C):

$$k_{\text{т}} = \frac{W_{\text{н}}(t_{\text{н2}} - t_{\text{н1}})}{F\Delta t_{\text{ср.лог}}}; \quad (7)$$

□ коэффициент массопередачи аппарата, кг/м<sup>2</sup>·с (кг/кг):

$$k_{\text{м}} = \frac{G_{\text{н}}(d_{\text{н2}} - d_{\text{н1}})}{F\Delta d_{\text{ср.лог}}}; \quad (8)$$

□ коэффициент полной теплопередачи аппарата, Вт/(м<sup>2</sup>·°C):

$$k = \frac{G_{\text{н}}(i_{\text{н2}} - i_{\text{н1}})}{F\Delta t_{\text{ср.лог}}}; \quad (9)$$

□ показатель  $\xi_{\text{н}}$  как отношение полной теплоты, подводимой к потоку наружного воздуха, к явной теплоте (по сути, это так называемый «коэффициент влаговыпадения», применяемый при расчете воздухоохладителей):

$$\xi_{\text{н}} = \frac{G_{\text{н}}(i_{\text{н2}} - i_{\text{н1}})}{W_{\text{н}}(t_{\text{н2}} - t_{\text{н1}})} \geq 1. \quad (10)$$

□ показатель  $\xi_{\text{y}}$  как отношение полной теплоты, отводимой от потока уходящего воздуха, к явной теплоте (коэффициент влаговыпадения):

$$\xi_{\text{y}} = \frac{G_{\text{y}}(i_{\text{y1}} - i_{\text{y2}})}{W_{\text{н}}(t_{\text{y1}} - t_{\text{y2}})} \geq 1. \quad (11)$$

В вышеприведенных формулах использованы выражения, называемые водяными эквивалентами по наружному  $W_{\text{н}}$  и уходящему  $W_{\text{y}}$  воздуху, по циркулирующей воде или рассолу  $W_{\text{w}}$ , по насадке  $W_{\text{нас}}$ :  $W_{\text{н}} = G_{\text{н}}c_{\text{в}}$ ;  $W_{\text{y}} = G_{\text{y}}c_{\text{в}}$ ;  $W_{\text{w}} = G_{\text{w}}c_{\text{w}}$  и  $W_{\text{нас}} = M_{\text{нас}}c_{\text{нас}}$ . Все эти величины, кроме  $W_{\text{нас}}$ , измеряют в кВт/°C, а величину  $W_{\text{нас}}$  — в кДж/°C.

Отношение  $W_{\text{нас}}$  к любому из эквивалентов ( $W_{\text{н}}$ ,  $W_{\text{y}}$ ,  $W_{\text{w}}$ ) характеризует инерционность процесса передачи теплоты от насадки к движущейся среде и измеряется в секундах.

**Технико-экономическая эффективность применения теплоутилизации в СКВ и СВ**

Задача обоснования эффективности теплоутилизации связана с учетом значительной стоимости оборудования, достигающей 30–50% от стоимости приточной установки, разной продолжительности использования, тенденцией роста тарифов на тепловую и электрическую энергию, высокой платой за подключение к теплосети, высоких штрафов за превышение температурой обратной воды ее графика ТЭЦ, поэтому однозначного решения такая задача не имеет. По мнению А.А. Рымкевича [6] и других специалистов, утилизация теплоты — важное вторичное мероприятие, которое нужно рассматривать и анализировать после того, как исчерпаны все первичные возможности снижения потребления теплоты за счет комплекса мероприятий.

**Способы оценки эффективности утилизации теплоты**

Существуют несколько способов оценки эффективности утилизации теплоты в том или ином аппарате. **Первый способ** оценки на основе коэффициента использования энергии как отношения

получаемой в утилизаторе теплоты к затрачиваемой электроэнергии на преодоление сопротивления сред  $\eta_{э} = Q_{т}/N$ .

Будучи чисто энергетической характеристикой, он не учитывает стоимости аппарата и разные, к тому же возрастающие, тарифы за теплоту (по горячей воде или сопутствующей электроэнергии) и за электроэнергию, т.е. использует натуральные мгновенные показатели. Кроме того, получаемая в утилизаторе теплота всегда переменна в зависимости от начальной разности температур  $t_y - t_{ни}$  текущей эффективности и режима работы теплоутилизатора.

**Второй способ** оценки основан на энергетическом КПД [2], учитывающем относительную эксергию теплоты, влаги и эксергию движущегося воздуха:

$$\eta_{экс} = \frac{E_1}{E_1 + E_2 + \sum E_n}, \quad (12)$$

где  $E_1$  и  $E_2$  — эксергия теплоты, влаги и эксергия удаляемого и приточного (наружного) воздуха;  $\sum E_n$  — суммарная эксергия потребляемой электрической энергии в системе. По поводу этих коэффициентов В.Н. Богословский и М.Я. Поз [1, с. 283] справедливо заметили, что «...любой из указанных термодинамических показателей дает только

представление о степени термодинамического совершенства процесса и не может служить основанием для принятия технического решения...».

**Третий способ** оценки является более общим технико-экономическим показателем и характеризует *ожидаемый срок окупаемости дополнительных капитальных затрат* (впервые предложен для условий рынка английским физиком У. Томсоном (1824–1907), более известным в нашей стране как теплофизик Кельвин [8]) в вариантах разного типа ТУ, их эффективности, стоимости и аэродинамического сопротивления:

$$T_{\phi} = \frac{\left( \begin{matrix} \Delta K_{ту}(\theta_{ту}) - \\ -\Delta K_{вн} - \Delta K_{прис} \end{matrix} \right)}{\left\{ \begin{matrix} \Delta C_{т.год}(\theta_{ту}) - \\ \Delta C_{э.год}(\theta_{ту}) - \\ -0,18 \left[ \begin{matrix} \Delta K_{ту}(\theta_{ту}) - \\ -\Delta K_{вн} \\ -\Delta K_{прис} \end{matrix} \right] \end{matrix} \right\}} \geq T_{норм}. \quad (13)$$

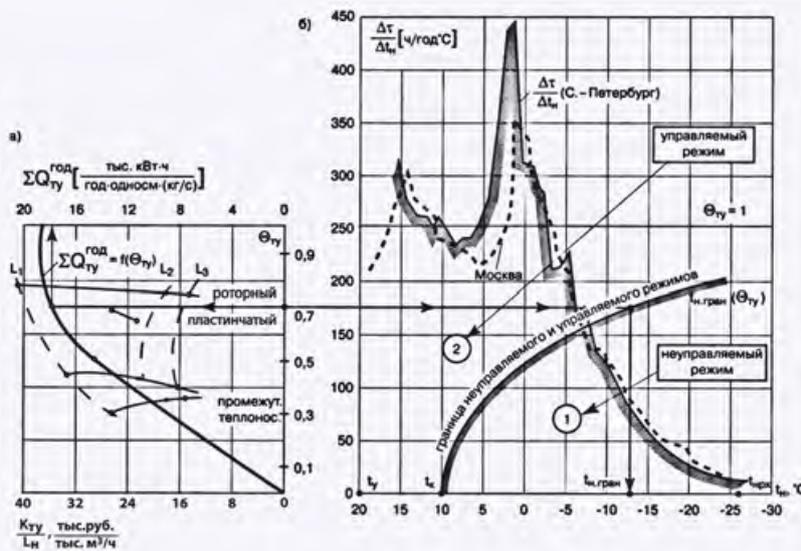
**Годовой экономический эффект** [руб/год] как разность приведенных затрат по сравниваемым вариантам систем с теплоутилизатором (2) и без него (1) является другим комплексным показателем:

$$\Delta = \Pi_1 - \Pi_2 = c'_t Q_{т.год} - c'_э W_{э.год} - (E_n + 0,18) \Delta K \geq 0, \quad (14)$$

где  $\Delta C_{т.год}$  — стоимость сэкономленной теплоты в горячей воде, паре, электроэнергии с учетом настоящих и перспективных тарифов на энергоносители, руб/год;  $\Delta C_{э.год}$  — стоимость дополнительного годового расхода электроэнергии на перемещение воздуха и воды через аппарат, руб/год;  $\Delta K_{ту}$  — капитальные затраты на утилизатор, его монтаж, наладку и управление, руб.;  $(E_n + 0,18) \Delta K_{ту}$  — отчисления от дополнительных капитальных затрат на амортизацию, ремонт, общеобъектные и прочие расходы  $0,18 \Delta K_{ту}$  [руб/год], в связи с применением теплоутилизатора и изменением типоразмера воздухонагревателя, а также с учетом нормативного коэффициента эффективности:

$$E_n = \frac{r}{1 - (1+r)^{-T_{ок}}},$$

где  $r$  — норма дисконта,  $r = 0,10-0,15$  [8];  $T_{ок}$  — срок окупаемости дополнительных капитальных затрат, год;  $\Delta K_{вн}$  — сокращение капитальных затрат на воздухонагреватель при уменьшении его рядности или полном отказе, руб.;  $\Delta K_{прис}$  — единовременные затраты на присоединение объекта к источнику теплоты, руб/Гкал или руб/кВт·ч.



**Рис. 1.** Сводная номограмма для определения эффективности теплоутилизации (а — график для приближенной оценки удельной стоимости теплоутилизаторов кондиционеров KG Wolf разных типов и разной производительности (5, 10 и 20 тыс. м³/ч, они обозначены как L1, L2 и L3, соответственно) и количества утилизируемой теплоты (Санкт-Петербург, односменная работа,  $t_{раб} = 2200$  ч/год) в зависимости от расчетной эффективности  $\theta_{ту}$ ; б — температурная граница неуправляемого и управляемого режимов работы теплоутилизатора в зависимости от  $\theta_{ту}$ , при  $t_y = 20$  °С,  $t_k = t_{пр} = 10$  °С; плотность повторяемости температуры наружного воздуха  $\Delta t / \Delta t_n$  для Санкт-Петербурга (сплошные) и Москвы (пунктир). При расчетной эффективности теплоутилизатора  $\theta_{ту} = 0,70$  удельная стоимость  $\Delta K / \Delta L = 36$  руб/(м³/ч) при  $L = 10-20$  тыс. м³/ч,  $\Sigma Q_{ту.год} \approx 18$  тыс. кВт·ч/год-односменная (кг/с) — по рис. 1а; граница неуправляемого и управляемого режимов работы теплоутилизатора соответствует  $t_{н.гран} = -13$  °С по рис. 1б]

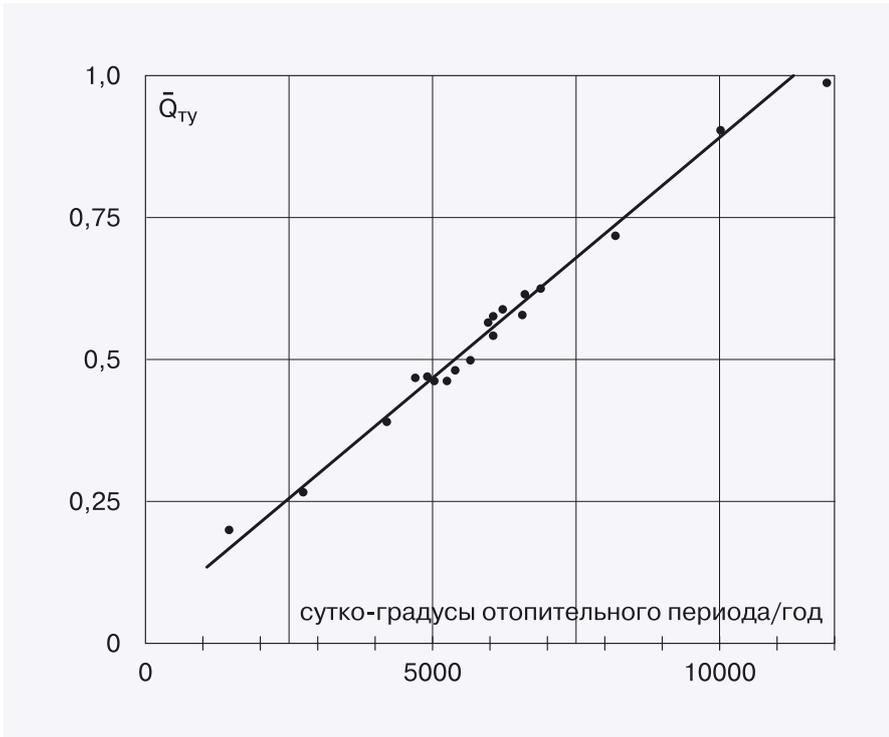


Рис. 2. Зависимость между относительным расходом утилизируемой теплоты при непрерывной работе неуправляемого утилизатора неуказанной эффективности и суткоградусами отопительного периода (на основании анализа статьи [5]) и возможность линеаризации этой зависимости

В формуле должна быть учтена зависимость всех величин от конструкции утилизатора и его эффективности. Также среди составляющих эксплуатационных затрат следует учесть возможные штрафы ТЭЦ за превышение температуры обратной воды после воздухонагревателя.

**Сводная номограмма** для оценки эффективности современных теплоутилизаторов была разработана на основе соответствующих расчетов и представлена на рис. 1 в предположении неизменности коэффициента эффективности в течение неуправляемого режима работы аппарата. Эта номограмма построена в следующей последовательности. Предварительно по данным одного из производителей кондиционеров была оценена примерная удельная стоимость разных теплоутилизаторов (рис. 1а). Аналогично на этот график можно нанести данные об удельной стоимости теплоутилизаторов других производителей. Для конкретных условий ( $t_y = 20^\circ\text{C}$ ,  $t_k = 10^\circ\text{C}$ ) при разных  $\theta_{\text{ты}}$  построена граница режимов работы ТУ (правый квадрант на рис. 1) и определено удельное количество теплоты (на 1 кг/с нагреваемого воздуха при односменной работе).

Воспользуемся этими данными для оценки эффективности применения ТУ в климатических условиях города Санкт-Петербурга.

**Пример**

Оценить удельную экономическую эффективность применения теплоутилизатора, отнесенную к 1000 м<sup>3</sup>/ч нагреваемого наружного воздуха при его удельной стоимости  $K_{\text{ты}}/L_n = 40$  тыс. руб/(тыс. м<sup>3</sup>/ч) в самом благоприятном случае, т.е. при непрерывной работе системы

$$\Sigma Q_{\text{ты,год}} = 24 \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч}/(\text{год}\cdot\text{тыс. м}^3/\text{ч}),$$

электронагреве по среднему (между днев-

ным и ночным) тарифу  $c'_3 = 2$  руб/кВт·ч, аэродинамическом сопротивлении аппарата  $\Delta P_b = 0,30$  кПа; КПД вентиляторной установки  $\eta = 0,7$ , соответствующей дополнительной мощности на перемещение воздуха 0,12 кВт/(тыс. м<sup>3</sup>/ч):

$$\Delta N = \frac{\Delta PL}{\eta} = \frac{0,3 \times 1000}{0,7 \times 3600} = 0,12,$$

дополнительном годовом расходе электроэнергии 1,05 тыс. кВт·ч/(год·тыс. м<sup>3</sup>/ч)  $\Delta W_3 = 8766 \times 0,12 = 1,05$ .

Сокращением затрат на воздухонагреватель при устройстве теплоутилизатора пренебречь. Платой за подключение данного нагревателя к теплосети и штрафом за превышение воздухонагревателем температуры обратной воды пренебречь. Срок окупаемости затрат  $T_{\text{ок}}$  принять равным трем годам. Определяем срок окупаемости дополнительных капитальных затрат, получаем один год:

$$T_{\text{ок}} = \frac{40000}{2(24000 - 1050) - 0,18 \times 40000} \approx 1.$$

Поменяем условия расчета, заменив электронагрев теплоносителем — горячей водой по тарифу  $c'_1 = 1$  руб/кВт·ч. Тогда срок окупаемости дополнительных капитальных затрат на устройство теплоутилизатора в тех же условиях будет равен 2,7 года:

$$T_{\text{ок}} = \frac{40000}{\left( \frac{24000 \times 1 - 1050 \times 2}{-0,18 \times 40000} \right)} = 2,7.$$

Как видно, даже при данном тарифе на теплоту в горячей воде и при непрерывной работе системы в течение суток и года высокая удельная стоимость теплоутилизатора не позволяет рассчитывать



на быстрый возврат (окупаемость) капиталовложений. Если применять менее эффективные ( $\theta_{\text{ТУ}} = 0,55-0,65$ ), но зато более дешевые устройства, то, судя по повторяемости  $\Delta t/\Delta t_{\text{н}}$ , основной эффект может возрасти, т.к. его достигают не при низких, а при промежуточных наружных температурах ( $t_{\text{н}} = -10...+10^{\circ}\text{C}$ ).

Для более строгого расчета нужно принимать во внимание разную поверхность, рядность и стоимость основного воздухонагревателя и еще одного электрического, работающего в случае прекращения подачи теплоносителя во внеотопительный период при  $t_{\text{н}} > 8^{\circ}\text{C}$ . Результаты экономического расчета повысят эффективность утилизации теплоты, если учесть высокую начальную плату за присоединение воздухонагревателя к тепловой сети или другому источнику.

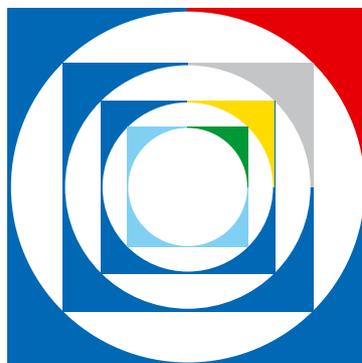
### Оценка эффективности применения утилизаторов

Проблеме оценки эффективности применения утилизаторов посвящено много публикаций. Все они по-разному подходят к методам вычисления эффекта, учитывая одни составляющие и не учитывая другие. Дадим оценку только некоторым, наиболее характерным публикациям. В статье [5] использован традиционный, упрощенный, по нашему мнению, не совсем правильный и частный метод расчета срока окупаемости как результат деления стоимости теплоутилизатора на стоимость разности сэкономленной тепловой и перерасходованной электрической энергии. При этом в статье не указана эффективность аппарата и комплекс «эффективность/стоимость», кстати, переменный, зависящий от типа аппарата, его воздухопроизводительности, не учтены разные режимы работы, оттайка и возникающие перерасходы, плата за присоединение и др. Все это не дает представления о различии результатов расчета в разных условиях.

Что касается многообразных климатических условий, представленных в статье городами, где суткоградусы отопительного периода изменяются от 1500 до 12000 сут $\cdot^{\circ}\text{C}$  за отопительный период, то эту часть работы можно существенно упростить. Проведя небольшое исследование и представив его в координатах: относительный годовой расход утилизируемой теплоты в круглогодично неуправляемом аппарате — суткоградусы отопительного периода — можно получить практически линейную зависимость (рис. 2). Такая линеаризация делает избыточными многократные расчеты, приводимые в этой статье, а прямую для данных условий ( $L_{\text{н}}$ ,  $\theta_{\text{ТУ}}$ ,  $\Delta K_{\text{ТУ}}$ ) достаточно провести по трем-четырем точкам, соответствующим городам в разных климатических условиях.

### Технико-экономическая оценка энергосберегающего оборудования

Технико-экономической оценке энергосберегающего оборудования посвящена статья [3], характерная в части возникающих вопросов и замечаний. Наибольшее внимание в ней уделено собственно методике анализа и вычислению коэффициента дисконтирования, имея ввиду отдаленный срок окупаемости. Однако расчеты показывают, что полная амортизация и окупаемость затрат на эти аппараты желательна за относительно короткий срок (один-три года). В ряде случаев, при дефиците теплоты на объекте и высокой плате за присоединение к источнику, утилизация не только обоснована, но и единственно возможна для нагревания наружного воздуха.



# 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

Не имея принятую в статье итоговую формулу для срока окупаемости теплоутилизатора, трудно представить, учтены ли в приводимых расчетах: возможный дефицит теплоты на объекте и реальная, постоянно растущая плата за подключение к источнику теплоты; принятая доля разности капитальных затрат, учитываемая в эксплуатационных затратах на амортизацию, ремонт, общеобъектные расходы (всего около 18%).

Покажем на примере, что единовременная плата за подключение к тепловой сети соизмерима или даже превышает стоимость теплоутилизатора. Пусть удельная стоимость утилизатора  $\Delta K_{\text{ты}} \approx 30\text{--}40$  тыс. руб/(тыс. м<sup>3</sup>/ч). Такому единичному расходу воздуха соответствует в средних условиях расчетная теплопроизводительность утилизатора и, соответственно, уменьшение мощности при подключении к ТЭЦ:

$$Q_{\text{ты,max}} = \frac{L_n c_p \rho_B \theta_{\text{ты}} (t_B - t_{\text{нрх}})}{3600} = \frac{1000 \times 1 \times 1,2 \times 35}{3600} \approx 12 \text{ кВт.}$$

Это равносильно плате за подключение в размере

$$\Delta K_{\text{подс}} = 3,45 \times 12 \times 10^3 = 41,5 \text{ тыс. руб.,}$$

если принять удельную плату:

$$\frac{\Delta K_{\text{подс}}}{\Delta Q_{\text{т}}} \approx 4 \text{ млн руб}/(\text{Гкал}/\text{ч}) \approx 3,45 \text{ тыс. руб}/\text{кВт.}$$



В условиях этого примера оказывается, что плата за присоединение к ТЭЦ соизмерима или даже больше, чем стоимость теплоутилизатора, и поэтому речи о сроке окупаемости не идет.

Нельзя не обратить внимание в анализируемой статье на способ расчета годового расхода утилизируемой теплоты. Не оговаривая режим работы теплоутилизатора, авторы приняли его по умолчанию круглогодично неуправляемым. Приближенно-синусоидальное изменение  $t_n(t)$  ошибочно построено не по средним значениям температур («норме»), а по максимальным и минимальным, т.е. имеет существенно завышенную амплитуду. Соответственно этому величи-

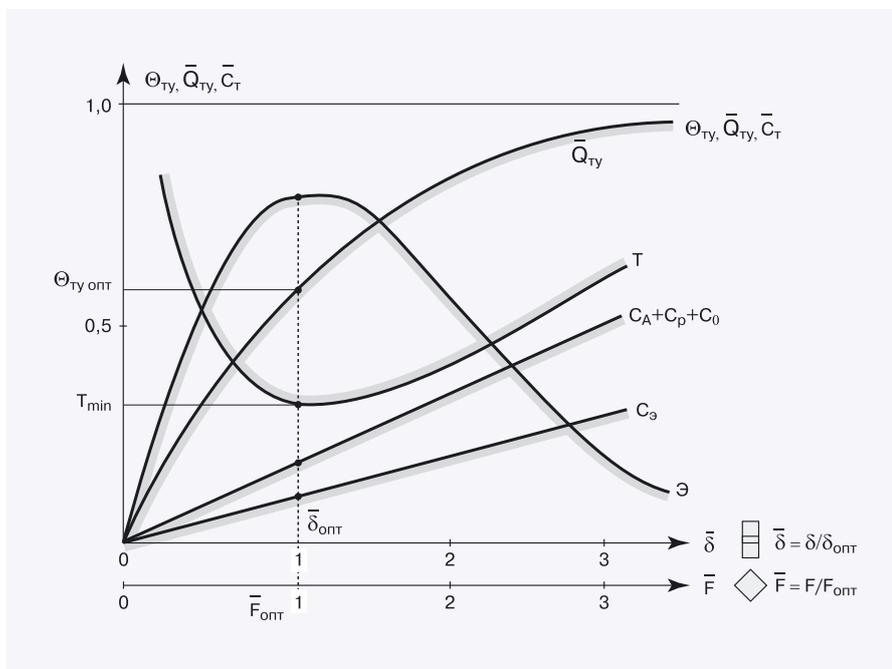
на утилизируемой теплоты тоже завышена. Для Санкт-Петербурга, например,  $t_{\text{н,min,cp}} = -8,1^\circ\text{C}$  [4], а расчетная зимняя температура  $t_{\text{нрх}} = -26^\circ\text{C}$ . Аналогично в теплый период года  $t_{\text{н,max,cp}} = 18,1^\circ\text{C}$  [4], тогда как расчетная летняя температура  $t_{\text{нрт}} = 24,6^\circ\text{C}$ . Также, среднегодовая температура  $t_{\text{н,ср,год}} = 4,4^\circ\text{C}$  далеко не равна полусумме принятых расчетных в холодное и теплое время года ( $-0,6^\circ\text{C}$ ). Возражение вызывает неучет режимов работы и оттайки, приводящий к завышению расхода утилизируемой теплоты, и отсутствие учета переменной эффективности аппарата.

**Эффективность конструкции утилизатора можно анализировать с точки зрения выбора:** оптимальной поверхности  $F$ , рядности  $i$  или глубины насадки аппарата  $h$ . Обозначим относительную рядность или глубину аппарата как  $\bar{h}$  в долях от той, при которой  $\theta_{\text{ты}} = 1$ , а количество теплоты  $Q_{\text{ты}} = Q_{\text{т,max}}$ . При приближенно экспоненциальной зависимости  $Q_{\text{ты}} \approx 1 - \exp(-\bar{h})$  эффективность  $\theta_{\text{ты}} = 1$  достигается при условии  $\bar{h} = 4$  (с точностью до 1%). Примем, что годовой расход утилизируемой теплоты приближенно экспоненциально зависит от величины  $\bar{h}$  (рис. 1а), тогда как стоимость утилизатора и его аэродинамическое сопротивление от  $\bar{h}$  зависят приближенно линейно.

Тогда искомый срок окупаемости можно представить в виде функции от безразмерного параметра  $h$ , имеющей следующий вид:

$$T_{\text{факт}} = \left[ \frac{\Delta C_{\text{т,год}} - \Delta C_{\text{э,год}}}{\Delta K_{\text{ты}}} \right]^{-1} = \left[ \frac{a_1(1 - e^{-\bar{h}}) - a_2 \bar{h}}{a_3 \bar{h}} - a_4 \right]^{-1} \quad (15)$$

где  $a_1, a_2, a_3, a_4$  — некоторые корректирующие коэффициенты, принятые постоянными.



**Рис. 3. График приближенного взаимосвязанного изменения эффективности теплоутилизатора  $\theta_{\text{ты}}$  (относительного количества утилизируемой теплоты  $\bar{Q}_{\text{ты}} = Q_{\text{ты}}/Q_{\text{ты,max}}$ , годовых затрат электроэнергии на перемещение воздуха  $C_a + C_p + C_o$ , годовых отчислений от капитальных затрат на амортизацию, ремонт и общеобъектные расходы  $C_a + C_p + C_o$ , срока окупаемости дополнительных капитальных затрат на подсистему утилизации  $T_{\text{ок}}$  и годового экономического эффекта  $\bar{E}$  от внедрения теплоутилизатора в зависимости от относительной глубины аппарата  $\bar{h} = h/h_{\text{опт}}$ , относительной толщины  $\bar{\delta} = \delta/\delta_{\text{max}}$  роторного теплоутилизатора или относительной поверхности  $\bar{F} = F/F_{\text{max}}$  пластинчатого аппарата. За единичные  $\bar{h} = 1, \bar{\delta} = 1$  и  $\bar{F} = 1$  приняты такие относительные значения, при которых срок окупаемости  $T_{\text{ок}} = T_{\text{ок,min}}$ )**

В результате вычисления производной, приравненной нулю, получаем, что оптимум (минимум  $T_{\text{факт}}$ ) соответствует случаю, когда  $\bar{h} = 1$ , а эффективность теплоутилизатора  $q_{\text{ту.опт}} = 0,63$  (из свойств экспоненциальной функции). Вышеописанные зависимости иллюстрирует график на рис. 3, где показан приближенный характер изменения всех составляющих приведенных затрат и срока окупаемости дополнительных затрат на подсистему утилизации от относительной глубины  $\bar{h}$ , относительной толщины  $\bar{d}$  или относительной поверхности  $\bar{F}$  насадки или пластин такого аппарата.

Сравнивая результаты приближенной оптимизации по формуле (14) с данными о характеристиках отечественных ВРТ [1, табл. 6.1] при  $L = 5-38$  тыс. м<sup>3</sup>/ч,  $\delta = 0,2$  м,  $v_{\text{фр}} = 2,2$  м/с,  $F/L = 300-425$  м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>/с,  $F/G_{\text{фр}} = 490-660$  м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, получили при насадке из алюминиевой фольги расчетную эффективность  $\theta_{\text{ту}} = 0,77$ , при насадке из технического картона —  $\theta_{\text{ту}} = 0,65$  (в последнем случае близко к оптимальной эффективности, вычисленной при вышеописанных допущениях). Более подробно зависимости, характеризующие экономический эффект для

различных теплоутилизаторов при разной производительности, сменности работы и с разной насадкой, можно определить по данным [1].

Несмотря на то, что за время после опубликования этой книги изменились цены на оборудование и тарифы на энергоносители, характер кривых указывает на наличие оптимума экономического эффекта Э и, значит, минимума срока окупаемости  $T_{\text{ок}}$ .

К аналогичным выводам об оптимальной эффективности теплоутилизатора пришли авторы «Справочника» [7]. В частности, они отмечают: «...Доведение эффективности утилизатора до величины, большей 0,65 при односменной работе и 0,75 при трехсменной, во всех случаях приводит к уменьшению экономического эффекта, т.к. сбережение теплоты при этом достигается за счет чрезмерного роста приведенных затрат на устройство и эксплуатацию утилизаторов и расхода металла. Наибольшее влияние на экономический эффект оказывает продолжительность работы системы — при трехсменной ее работе эффект резко возрастает. Рост эффекта при увеличении расхода воздуха объясня-

ется в основном непропорциональным ростом удельных затрат на оборудование и занимаемую им площадь...». В этом же справочнике [7, с. 282] указано, что по данным РПИ в климатических условиях Прибалтики для пластинчатого утилизатора СВ свиарника-откормочника оптимальная эффективность не должна превышать 0,50. ●

Продолжение в следующем номере.

1. Богословский В.Н., Поз М.Я. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. — М.: Стройиздат, 1983.
2. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа. — М.: Энергия, 1973.
3. Брук А.П., Вишневский Е.П. Технико-экономическая оценка энергосберегающего оборудования // Инженерные системы, №3(7)/2002.
4. Климат Ленинграда / Под ред. Ц.А. Швер, Е.В. Алтыкиса, Л.С. Евтеевой. Серия: Климат городов. — Л.: Гидрометеиздат, 1982.
5. Рекуперация воздуха: мода или необходимость / Материал компании Ventrade // АВОК, №2/2002.
6. Рымкевич А.А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха. Изд. 1. — М.: Стройиздат, 1990.; Изд. 2. — СПб.: АВОК Северо-Запад, 2003.
7. Богуславский Л.Д., Ливчак В.И., Титов В.П. и др. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справ. пособие. Под ред. Л.Д. Богуславского и В.И. Ливчака. — М.: Стройиздат.
8. Табунчиков Ю.А., Ковалев И.Н. Экономика должна быть! // АВОК, №2/2005.



**ВЫСТАВКА МВЦ Крокус-Экспо**

**ОТОПЛЕНИЕ,  
ВОДОСНАБЖЕНИЕ,  
ВЕНТИЛЯЦИЯ  
И КАНАЛИЗАЦИЯ**

**Специальный раздел:  
ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

генеральный информационный спонсор



соорганизатор  официальный спонсор  **ГРУППА ПОЛИПЛАСТИК**

**ЕВРАЗИЙСКИЙ**

27-29  
СЕНТЯБРЯ



(495) 229-28-31

[www.obbk-expo.ru](http://www.obbk-expo.ru)

На правах рекламы.



### Широкий модельный ряд

В системе применяются семь типов внутренних блоков, включающих 55 моделей в мощностном диапазоне от 2,2 до 25 кВт. Модельный ряд наружных блоков состоит из пяти основных модулей, которые можно комбинировать в нескольких вариантах, получая компактные и энергоэффективные комбинации в диапазоне производительности от 22,4 до 135 кВт. Максимальное количество внутренних блоков в одной системе достигает 48, но в определенных случаях возможно подключение даже одного внутреннего блока большой мощности — для получения высокотехнологичной сплит-системы.

### Высокая энергоэффективность

Значительное увеличение энергоэффективности было достигнуто благодаря применению новых двухроторных компрессоров, улучшенной инверторной технологии управления и увеличения площади теплообменника наружного блока. Для многомодульных блоков предусмотрено два варианта конфигурации наружных блоков: компактная и энергоэффективная. В целях энергосбережения предусмотрено несколько специальных режимов работы системы: автоматическая корректировка заданной температуры, ограничение диапазона допустимых значений температуры в помещении, ограничение пиковых нагрузок и некоторые другие.

### Широкий диапазон рабочих температур наружного воздуха

Наружные блоки AirStage V II работают в режиме охлаждения до  $-15^{\circ}\text{C}$ , а в режиме обогрева — до  $-20^{\circ}\text{C}$ . Благодаря увеличенно-

### Наружные блоки AirStage V II работают в режиме охлаждения до $-15^{\circ}\text{C}$ , а в режиме обогрева — до $-20^{\circ}\text{C}$

му диапазону рабочих температур наружного воздуха возможно применение системы в различных климатических условиях с гарантированным поддержанием высокой эффективности работы.

### Большая длина фреоновой трассы

Значительная длина фреоновых магистралей, суммарное значение которой может достигать 1000 м, позволяет подключать большое количество внутренних блоков и предоставляет возможность расположить наружные блоки в существенном удалении (рис. 1).

### Уникальная схема подключения линии связи

В серии AirStage V II общая длина управляющего кабеля может достигать 3600 м. Последовательное подключение линии связи значительно упрощает монтаж больших систем и сокращает стоимость материалов и работ. Благодаря отсутствию полярности становится невозможным выполнить неправильные соединения, а время установки при этом значительно сокращается.

Последовательное подключение нескольких независимых систем в одну линию управления значительно упрощает диагностику и мониторинг, позволяя подключать центральное управление и проводить полноценную диагностику, находясь в любой точке объединенной системы (рис. 2).

### Высокая надежность системы

Высокая надежность системы складывается из нескольких составляющих:

- исключительно высококачественные комплектующие, японская технология сборки и выходной контроль напрямую влияют на качество оборудования;
- автоматическая ротация наружных блоков, автоматический перезапуск системы при временном нарушении электропитания и другие специальные режимы продлевают безаварийный срок службы системы;
- программа диагностики и мониторинга системы Service Tool делает процесс проверки системы быстрым и легким, а своевременное предупреждение неисправностей — залог долгой безаварийной работы.



Иллюстрация компании-производителя.

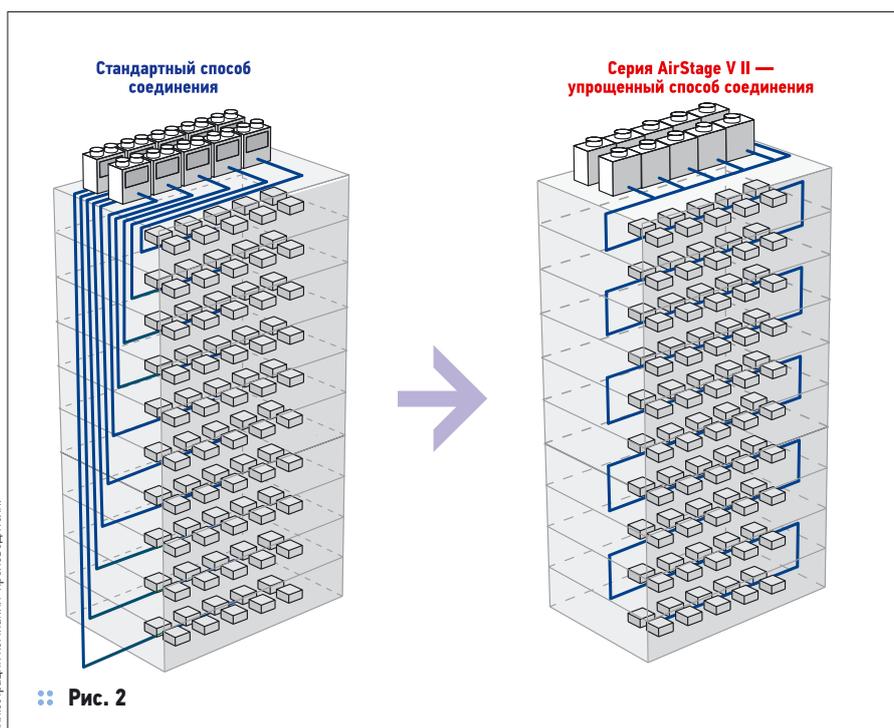


Рис. 2

Иллюстрация компании-производителя.

Со всеми преимуществами AirStage V II можно ознакомиться, прочитав рекламный и технический каталоги, посвященные этой серии. Помимо общей информации, в техническом каталоге можно найти описание методики правильного подбора наружных и внутренних блоков, аксессуаров к ним, разветвителей и фреонопроводов, а также электрокабелей.

### Общая длина управляющего кабеля может достигать 3600 м. Последовательное подключение линии связи значительно упрощает монтаж больших систем и сокращает стоимость материалов и работ

Вопросы по подбору системы легко решаются благодаря программе Design Simulator, существенно упрощающей процедуру подбора системы за счет автоматизации всех основных этапов проектирования.

### Легкое проектирование системы

Для удобства проектирования системы AirStage V II компания General разработала специальное программное обеспечение Design Simulator, максимально облегчающее работу проектировщика при проектировании объектов любой сложности. После расчета системы программа предоставляет отчет в нескольких форматах, а также позволяет сохранить чертежи всех подобранных внутренних и наружных блоков не только в стандартном двумерном формате, но и во все более популярном в инженерных кругах современном трехмерном формате.

Программа автоматизирует основные этапы подбора системы AirStage V II:

- выбор внутренних и наружных блоков;
- расчет диаметров фреоновых проводов;
- подбор разветвителей;
- подбор аксессуаров;
- проверку соответствия длин участков фреоновых проводов установленным ограничениям;
- расчет рекомендуемой дозаправки системы хладагентом;
- составление спецификации и сводного отчета по проекту в различных форматах (Microsoft Word, Excel и AutoCAD);
- предоставление двумерных и трехмерных чертежей блоков, применяемых в проекте, в общепринятых форматах DXF (AutoCAD) и RFA (Revit Mep).

Программа Design Simulator полностью русифицирована и постоянно обновляется изготовителем, что позволяет осуществлять подбор систем с учетом актуального модельного ряда. Правильно подобрав систему, можно приступить к монтажу оборудования, который также максимально упрощен.

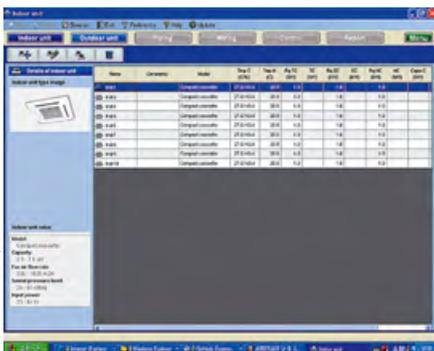


Фото компании-производителя.

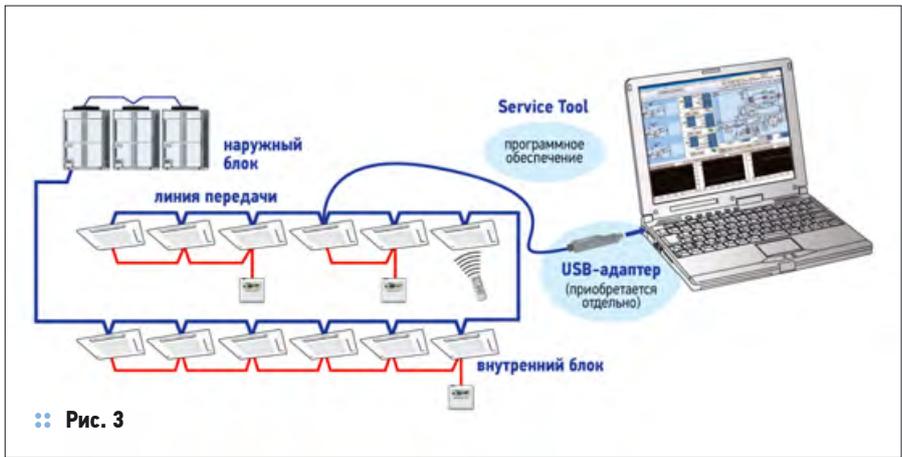


Иллюстрация компании-производителя.

### Простой монтаж

Наружные блоки AirStage V II имеют компактные размеры и небольшой вес, что позволяет избежать проблем с транспортировкой. Вы можете воспользоваться даже обычным лифтом для того, чтобы доставить наружные блоки к месту установки.

Автоматическая адресация системы при запуске позволяет избежать трудоемкой операции ручной адресации и связанных с ней возможных ошибок. Адрес каждого внутреннего блока может быть автоматически установлен с помощью кнопки на наружном блоке, а в случае необходимости вы можете задать адреса в ручном режиме как с помощью дип-переключателей на плате, так и с индивидуальных пультов управления.

Наружный блок содержит встроенный дисплей, на котором отображаются все основные параметры работы системы и коды ошибок в случае возникновения неисправности. Сервисному инженеру уже нет необходимости проводить крайне трудоемкие измерения давления, температуры и других параметров — система самодиагностики выводит данные на встроенный дисплей в режиме реального времени.

Еще больше упростит работу по настройке системы подключение локальной или сетевой программы диагностики и мониторинга системы Service Tool, являющейся современным, надежным и очень удобным инструментом для проведения пусконаладочных, профилактических и ремонтных работ (рис. 3).

После установки оборудования и запуска системы перед вами встает вопрос о правильной эксплуатации системы, благодаря которой вы можете существенно снизить энергопотребление, повысить комфорт в помещениях и ресурс работы системы.

Ведь именно из-за неправильной эксплуатации происходит более 40% аварийных ситуаций, а выбрав неправильный температурный режим, вы можете существенно повысить энергопотребление. С другой стороны, имея единую систему управления большим количеством внутренних блоков, вы можете гибко регулировать параметры работы системы, добиваясь оптимального соотношения комфорта и энергопотребления.

### Широкий спектр систем управления

Стоит отметить, что управление внутренними блоками может осуществляться как с помощью индивидуальных инфракрасных или проводных пультов управления, так и с помощью группового или двух видов центрального пульта управления, а также при помощи системного контроллера, позволяющего осуществлять полнофункциональное управление,



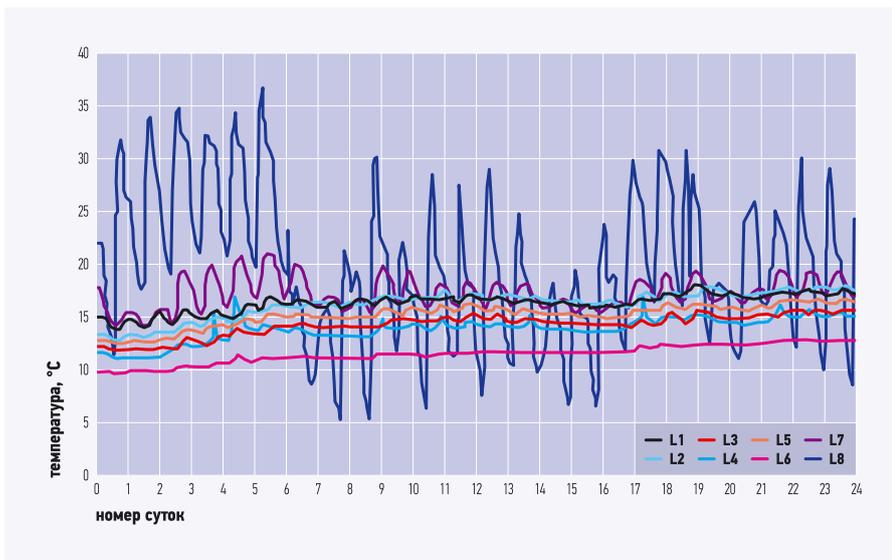
Фото компании-производителя.

диспетчеризацию и поблочный расчет электроэнергии для систем с суммарным количеством внутренних блоков до 1600 шт. Система AirStage V II также может быть легко интегрирована в сети BACnet и LONWorks. ●

**Группа компаний «АЯК» — генеральный дистрибьютор климатического оборудования General на территории России**

Москва, Рязанский просп., д. 8а, стр. 1  
Официальный сайт по климатическому оборудованию General [www.general-russia.ru](http://www.general-russia.ru)





•• Рис. 1. Изменение температуры воздуха (коллектор «Гражданский», с 25.05.07 по 21.06.07)

поверхностей. План работ предполагал последовательное равномерное размещение регистраторов температуры по длине коллектора на отрезке от приточного патрубка системы вентиляции до точки входа в вытяжную шахту на продолжительный период. В зависимости от динамических свойств воздушно-теплого режима коллектора было возможно заранее запрограммировать регистраторы на различные по продолжительности такты измерений и записи показаний. Так, в качестве оптимальной величины периода измерений при большинстве испытаний был принят период продолжительностью в три минуты. При этом объема памяти регистраторов хватало почти на неделю непрерывной записи показаний.

Следует учесть также то, что часть показаний, зафиксированных приборами в на-

чальный и конечный период времени испытаний, необходимо было отбрасывать и не учитывать при анализе результатов измерений ввиду искажений, вносимых присутствием рядом с приборами людей из исследовательской команды. Все регистраторы при программировании были синхронизированы между собой по времени, продолжительности тактов измерений и формату записи результатов измерений в память.

В качестве объекта исследований были выбраны несколько наиболее характерных коллекторов на территории различных районов Москвы. При этом среди рассмотренных объектов были представлены сооружения со сравнительно длинной историей эксплуатации, такие как коллектор под ул. Неглинная, коллекторы, введенные в эксплуатацию лишь три-четыре года назад (коллектор «Гражданский»),

коллекторы глубокого залегания (коллектор под ул. Большая Дмитровка). Особое внимание уделялось тому, чтобы в программу исследований были включены как коллекторы с проложенной и действующей тепловой сетью (коллекторы на Большой Дмитровке и Неглинной), так и коллекторы, содержащие лишь кабели связи и энергоснабжения («Гражданский»). Кроме того, среди объектов исследования были коллекторы, построенные открытым способом («Гражданский»), и коллекторы щитовой прокладки (коллектор под ул. Большая Дмитровка).

Исследования воздушно-теплого режима и эффективности действия систем вентиляции велись для всех периодов года. Все объекты исследования находятся в исправном рабочем состоянии и регулярно эксплуатируются, оснащены системами связи, пожарной и охранной сигнализации, рабочего и аварийного освещения, системами приточной механической вентиляции периодического действия. Вытяжка из коллекторов осуществляется естественным путем и вытеснением под действием системы приточной вен-

### Исследования воздушно-теплого режима и эффективности действия систем вентиляции велись для всех периодов года

тиляции. Включение системы вентиляции производилось регулярно вручную техниками-смотрителями по установленному графику: один час утром перед началом рабочего дня, один — вечером по окончании. На период испытаний изменения в график не вносились. В случае необходимости проведения масштабных работ оставалась возможность включать систему вентиляции в любой момент и на любой промежуток времени. Также за все время испытаний коллекторы работали штатно, в них не велись ремонтные работы, не фиксировалось аварий и сбоев.

Надо сказать, что техническое состояние вообще всех обследованных сооружений находится на достаточно высоком уровне, в чем, несомненно, заслуга московских коммунальщиков. Эксплуатационные службы работают оперативно, поддерживается порядок, чистота и своевременность во всем. Обеспечен строгий пропускной режим и контроль за соблюдением техники безопасности на объектах. Технический персонал эксплуатирующих организаций (РЭК-1) прошел соответствующую подготовку и может квалифицированно ответить на вопросы, касающиеся непосредственно обследуемых параметров воздушно-теплого режима. Все перечисленное оказало существенное влияние на

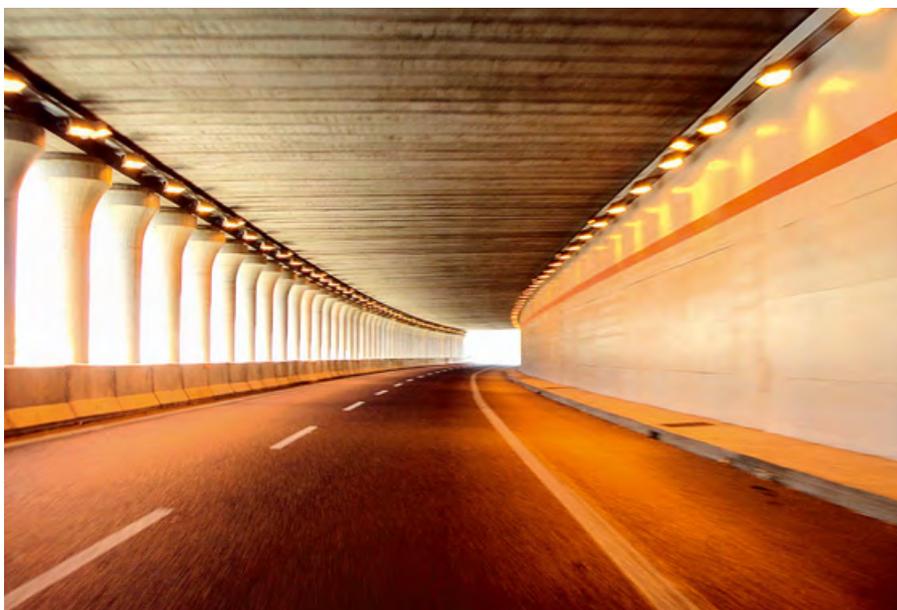


•• Фото 1. Пример размещения одного из регистраторов в верхней зоне сечения канала

качество и количество собранных данных. Промежуточные результаты исследований регулярно публиковались [3, 4].

На рис. 1 представлены результаты анализа показаний сети регистраторов, полученных после их размещения в коллекторе «Гражданский» в период с 25.05.07 по 21.06.07. Продолжительность периода одного измерения — три минуты. На вертикальной оси показаны зафиксированные температуры. Регистратор с индексом L8 размещался на открытом воздухе, на улице в затененном месте вблизи одной из воздухозаборных шахт. Регистратор с индексом L6 размещался на кабельных консолях в средней по высоте зоне в середине исследуемого отрезка коллектора. Регистраторы с индексами L5 и L7 устанавливались в том же сечении, соответственно, в верхней и нижней зонах по высоте канала. Регистраторы с индексами L1, L2, L3, L4 устанавливались в верхней зоне канала с равными промежутками последовательно в направлении от вытяжной к приточной шахте. На фотографии приведен пример размещения одного из регистраторов в верхней зоне сечения канала. На рис. 1 хорошо видно следование температуры воздуха в измеряемых точках ходу изменения температуры наружного воздуха. Также хорошо фиксируются моменты регулярных включений системы механической вентиляции, в особенности утром до начала рабочего дня.

Момент включения системы вентиляции наиболее ярко индицирует ближайший к приточной камере регистратор с индексом L4. Регистраторы, расположенные на большем удалении от приточной камеры, фиксируют уже едва заметные изменения температуры воздуха в те же моменты. Это может говорить



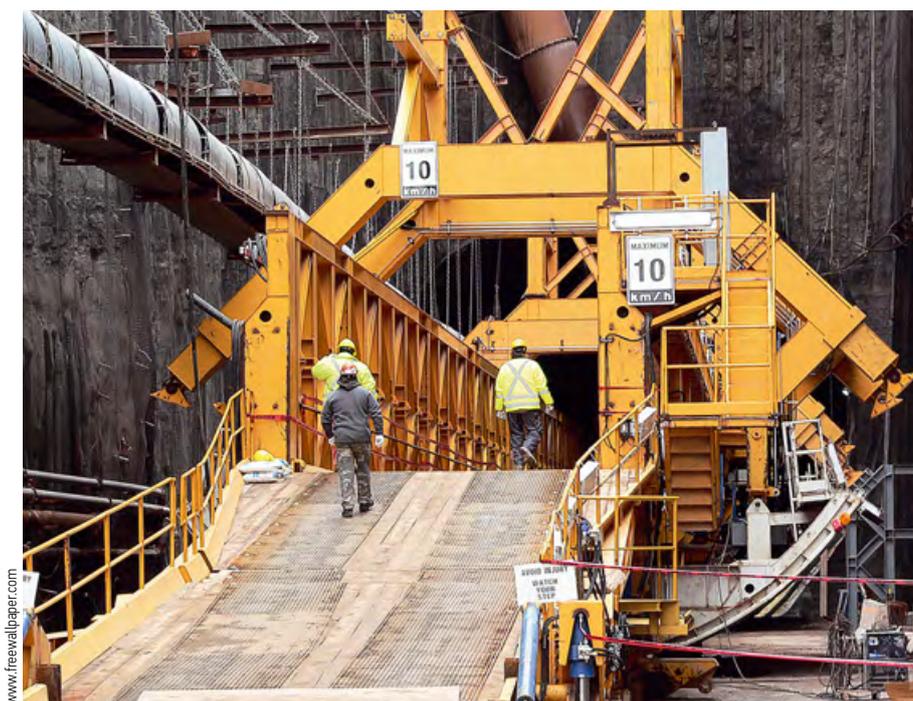
как о том, что воздух при движении по длине коллектора несколько подогревается, так и о том, что эффективность действия системы вентиляции недостаточна для обеспечения воздухообмена по всей длине регулярного участка подземного сооружения. Регистратор с индексом L6 достаточно однозначно фиксирует вечерние пики возрастания нагрузок на электрические кабели, проложенные в коллекторе. Регистратор с индексом L2 находится в самой теплой части отрезка коллектора, его показания всегда на 1–1,5°C превышают показания других аналогично установленных

### Описанный в подход позволил накопить достаточную базу результатов натуральных измерений для линейных подземных сооружений различного типа

приборов. На рис. 1 также видно, что неравномерные колебания температуры наружного воздуха и не регулярные включения системы вентиляции существенно влияют на показания приборов, расположенных под землей.

Описанный в статье подход позволил за прошедший с момента начала работ период накопить достаточную базу результатов натуральных измерений для линейных подземных сооружений различного типа. В настоящий период проводится работа по корректировке ранее использованных математических моделей [5] с целью дальнейшего совершенствования научно-теоретической базы для инженерных изысканий и нормирования при проектировании и производстве работ при строительстве подземных сооружений. Разработанная методика позволяет оперативно и с высокой степенью точности производить мониторинг качества воздушной среды и теплового режима сооружений различного назначения и свойств. Аппаратный комплекс легко масштабируется и адаптируется для целей и задач конкретного исследования, а накопленный опыт позволяет в короткие сроки анализировать результаты измерений и выдавать адекватные оценки и прогнозы состояния воздушно-теплового режима зданий и сооружений. ●

1. Казнин Е.В. Термическое сопротивление массива грунта, окружающего подземный коллектор для прокладки коммуникаций // Труды МИСИ, Сб. 52. — М.: Изд-во МИСИ, 1967.
2. Казнин Е.В. Расчет аэродинамических сопротивлений в общих коллекторах для подземных коммуникаций // Водоснабжение и санитарная техника, №4/1966.
3. Натурные обследования воздушно-теплового режима городских коллекторов для инженерных коммуникаций // Отчет о научно-исследовательской работе. — М.: Изд-во МГСУ, 2007.
4. Разработка рекомендаций по проектированию вентиляции городских коллекторов для инженерных коммуникаций // Отчет о научно-исследовательской работе. — М.: Изд-во МГСУ, 2007.
5. Кувшинов Ю.Я., Рымаров А.Г. Исследование теплового режима тоннеля // Современные системы теплогоснабжения и вентиляции. Труды МГСУ. — М.: Изд-во МГСУ, 2003.



## Вычисление годовых расходов теплоты, холода и влаги

После публикации в нашем журнале о годовых расходах теплоты и холода в СКВ и примере такого графоаналитического расчета (журнал С.О.К., №12/2010) редакция получила много писем на эту тему. И неудивительно — в проблеме энергосбережения и энергоэффективности давно пора переходить к делу и обоснованным расчетам. А для этого надо уметь объективно вычислять годовые расходы теплоты, холода и влаги на увлажнение с учетом многих факторов и обстоятельств. Ниже вы получите ответы на многие вопросы.

Автор: А.Г. СОТНИКОВ, д.т.н., профессор

**19. Объясните, на основе каких исходных данных и формул правильно вести расчеты годовых расходов в СКВ и СВ, и есть ли в этом свои «подводные камни»?**

Конечно, есть. Не все так просто, как кажется. Еще со времен учебы в институте, а, точнее, ранее из школьного курса физики, всем известна формула для расчета количества теплоты. Она, бесспорно, правильна и не оспаривается. С другой стороны, она никак не привязана к условиям нагрева в СКВ и СВ, необходимого только потому, что в систему вводят то или иное количество холодного наружного воздуха. Только один специалист, профессор А.А. Рымкевич [6], давно обосновал и предложил мгновенные расходы записывать и вычислять по-другому, а именно через *исходные данные*. Напомним читателю, что к исходным данным объекта относят внутренние и наружные параметры воздуха вообще и в момент вычисления расходов, нагрузки помещения (тепловую, влажностную), расход наружного воздуха, потери теплоты и массы (утечки), вредные нагревы и др. К сожалению, эта методика до сих пор не привилась ни на кафедрах, ни в проектной практике, что вызывает большое сожаление.

**Энергетические показатели систем не однозначны, т.к. зависят от ряда факторов и решений и могут существенно различаться, например, при наличии или отсутствии управления, при разных видах систем и способах обработки воздуха**

В расчетах, однако, не всегда учитывают, что энергетические показатели систем не однозначны, т.к. зависят от ряда факторов и решений и могут существенно различаться, например, при наличии или отсутствии управления, при разных видах систем и способах обработки воздуха. Для экономических показателей имеют значение изменяющиеся ступенчато во времени тарифы, штрафы, льготы, плата за подключение энергоносителей и др., придающие задаче оптимизации *динамический* характер.

Минимально-неизбежные показатели (расходы) СКВ и СВ, по А.А. Рымкевичу [6], есть значения, достижимые в идеализированной центральной воздушной системе при отсутствии каких-либо ограничений. Они определяются по формулам, записанным ниже (1)–(5). При такой

форме представления учтены отдельные слагаемые расходов, можно оценить их доли в общей сумме, выполнить анализ изменения и путей их сокращения.

При нагреве до энтальпии:

$$Q_T = G_{н.мин}(i_p - i_n) - Q_{пом} - i_{пара}G_{вл.пом} \quad (1)$$

при нагреве до температуры:

$$Q_T = G_{н.мин}c_v(t_p - t_n) - Q_{пом}, \quad (1')$$

$$Q_X = Q_{пом} + G_{вл}i_{пара} - G_n(i_p - i_n), \quad (2)$$

$$G_{увл} = G_{н.мин}(d_p - d_n) - G_{вл.пом}, \quad (3)$$

$$G_{осуш} = G_n(d_n - d_p) + G_{вл.пом}, \quad (4)$$

$$N_{эл} = \frac{G_{пр} P_{вент}}{\rho_v}. \quad (5)$$

Фактические значения показателей (расходов) могут отличаться от минимально-неизбежных по разным причинам: за счет потерь энергии в вентиляторе ( $\eta_v < 1$ ), двигателе ( $\eta_{дв} < 1$ ), нагреве приточного воздуха:

$$\Delta t_{пр} = 0,8 \frac{P_{вент}}{\eta_v \eta_{дв}},$$

потерь воздуха по трассе ( $\Delta L_{ут} > 0$ ), уноса влаги при осушении за контактный (смесительный) аппарат и ее нежелательного испарения ( $\Delta G_{вл} > 0$ ), незавершенности процесса в контактном аппарате ( $E < 1$ ), своеобразного направления процесса в воздухоохладителе-испарителе холодильной машины ( $\xi \geq 1$ ), потерь теплоты, холода и влаги в системе и других причин. На практике широко применяются формулы для расходов в другой традиционной форме — не через исходные данные, однако они не имеют таких преимуществ и не применимы для анализа. В частности, остается неясным, как инженеры в этих расчетах учитывают изменяющиеся от минимума до максимума тепло- и влаговыделения.

Система формул (1)–(4) является основной для определения необходимости каждого из аппаратов СКВ (например, нагревателя, охладителя-осушителя, увлажнителя) и, тем самым, выбора технологической схемы системы [12, 11, т. I] без использования *i-d*-диаграммы влажного воздуха.

**20. Какая климатологическая информация нужна для расчета годовых расходов теплоты, холода и влаги СКВ и СВ? Всегда ли она одинакова и от чего зависит?**

Конечно же, нет. Прежде всего, она зависит от пункта проектирования. Наиболее подробные сведения для разных пунктов можно найти в основном документе — «Научно-прикладном справочнике по климату СССР» [4], который по мере накопления метеоданных периодически

**Составляющие расчетных формул зависят от одного основного параметра (например, температуры наружного воздуха), и в некоторой, обычно меньшей, мере — от другого (например, солнечной радиации, которую можно «привязать» к температуре наружного воздуха)**

переиздается. О его содержании и широких возможностях применения можно получить предварительное представление из нижеследующего оглавления.

**Краткое содержание выпусков «Научно-прикладного справочника по климату СССР»**

Предисловие. Сборная карта выпусков, список метеорологических станций, карта метеорологических станций. Пояснения к таблицам.

Часть 1. Солнечная радиация (раздел 1) и солнечное сияние (раздел 2).

Часть 2. Температура воздуха (раздел 1) и почвы (раздел 2).

Часть 3. Ветер (раздел 1) и атмосферное давление (раздел 2).

Часть 4. Влажность воздуха, парциальное давление водяного пара, относительная влажность воздуха, дефицит насыщения (раздел 1). Осадки (раздел 2). Снежный покров (раздел 3).

Часть 5. Облачность (раздел 1). Атмосферные явления, туманы, грозы, метели, град (раздел 2). Гололедно-изморозевые образования (раздел 3).

Часть 6. Комплексы метеорологических величин. Температура воздуха — относительная влажность (раздел 1). Температура воздуха — скорость ветра

(раздел 2). Таблицы климатических характеристик для частей 1–6.

Кроме этого справочника, имеются и другие многочисленные издания, содержащие в той или иной мере нужную информацию о климате, например, СНиП II А.6–72, серия книг «Климат городов» и др.

**О точности и вариантах методик расчетов**

Специалисты давно сошлись на мысли, что на разных стадиях разработки систем микроклимата (предпроектные предложения, проектная или рабочая документация) не требуется одинаково высокая точность расчета годового энергопотребления. Поэтому при предварительной проработке (предпроектные предложения) можно использовать более простые и приближенные методы. На последних стадиях, где погрешность расчета энергопотребления (обычно полагают, что она допустима  $\pm 10\%$ ) должна быть соизмерима с погрешностью расчета капитальных затрат (около  $\pm 10\%$ ), необходимы более точные методы.

За последние десятилетия методиками расчетов расходов теплоты, холода и влаги в СКВ и СВ в той или иной мере занимались Л.Б. Успенская, А.Я. Кресльинь, А.М. Сизов, Т.И. Садовская, Е.Е. Карпис, П.В. Участкин, Ю.Г. Шабловский, В.Н. Богословский, Ю.Я. Кувшинов, Б.Г. Шпиз, А.А. Рымкевич, Н.В. Котенков, Н.В. Кобышева, В.Э. Ницис, автор (А.С.) и др. Перечисленные авторы использовали различные виды климатической информации, от самых простых и оценочных до наиболее сложных и точных. Представление о возможностях современной климатологии и видах климато-

логической информации можно получить из приводимой блок-схемы (рис. 3).

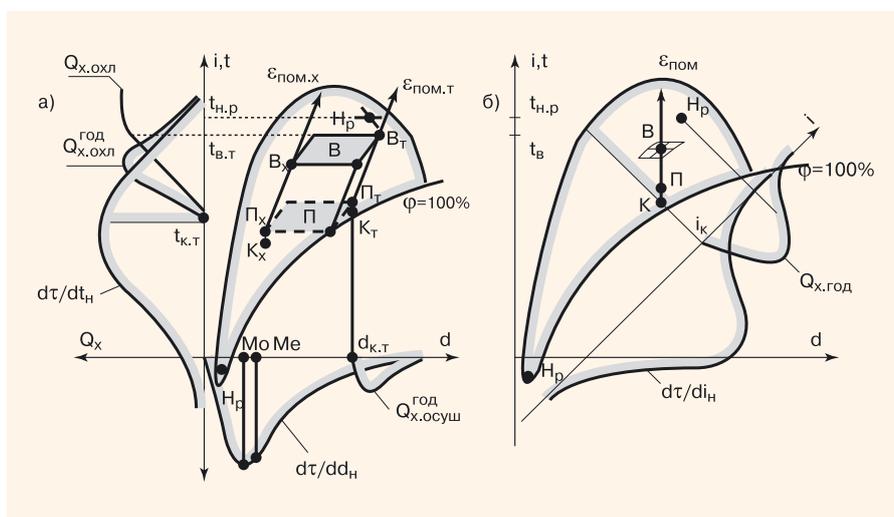
Строго говоря, для наиболее полного учета климатической информации в решении рассматриваемых проблем следует использовать многомерные распределения срочных значений метеорологических величин за год (эмпирические или их теоретическое описание), изложенные в работах А.М. Сизова [7–9], Т.В. Катковой [2], Г.В. Карпукхина и Н.В. Кобышевой [1] и др. В работе [3] увязаны энергосбережение при работе СКВ и характеристики климата, кроме того, в ней представлены требования к информации при разной сменности и других условиях работы объекта.

Однако, такая информация для практических расчетов чаще всего недоступна, и поэтому в ряде случаев стараются воспользоваться упрощенными методами. Это объясняется тем, что составляющие расчетных формул зависят не от всего комплекса метеорологических величин, а от одного основного параметра (например, температуры наружного воздуха), и в некоторой, обычно меньшей, мере — от другого (например, солнечной радиации, которую можно «привязать» к температуре наружного воздуха).

Можно представить такую последовательность расчетов. Первоначально рассматривают зависимость: средняя плотность потока падающей радиации на горизонтальную поверхность – температура наружного воздуха (на уровне среднемесячных). После этого учитывают взаимосвязь потока радиации на вертикальную поверхность заданной ориентации и на горизонтальную поверхность [5, 13]. Точно так же можно «привязать» к температуре наружного воздуха и скорость ветра по направлениям. Таким методом можно с достаточной точностью заменить сложную трехмерную задачу и климатологическую информацию существенно более простой — одномерной.

Комплексная методика расчетов была подготовлена автором (А.С.) для издания в Госстрое СССР еще в конце 1980-х годов [10], но в дальнейшем что-то помешало ее публикации. В этой работе были обоснованы область применения и основные случаи использования метода расчета, описанные в данной главе. В частности, годовые расходы теплоты, холода, электроэнергии и воды по этой методике можно определять для:

- различных пунктов территории России и бывшего СССР;
- разного сочетания помещений здания и обслуживающих их систем;



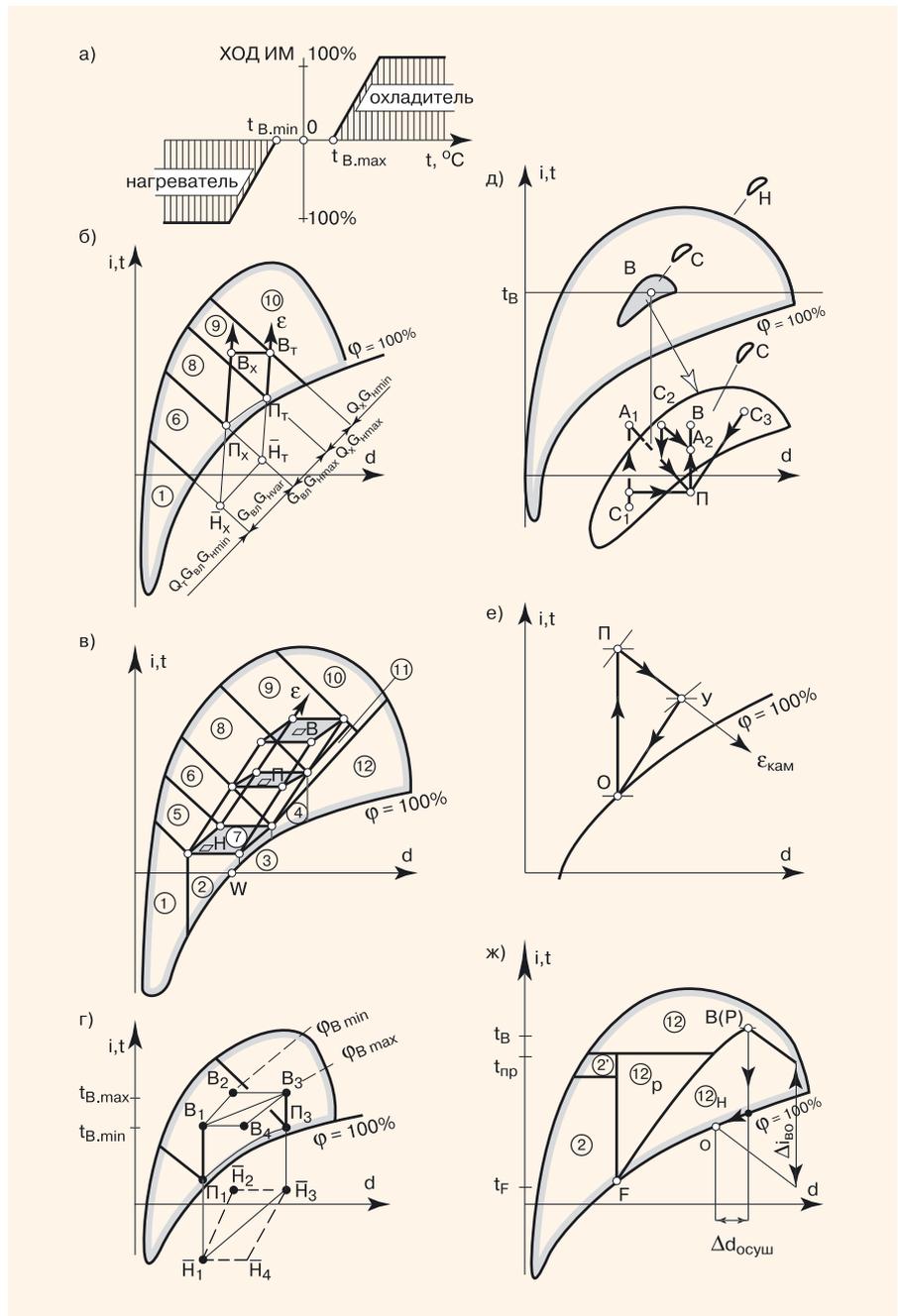
**Рис. 1.** Построение границ режимов и области охлаждения-осушения воздуха в  $i$ - $d$ -диаграмме влажного воздуха для характерных случаев (а — граница режима охлаждения-осушения воздуха изотерма; б — граница режима охлаждения-осушения воздуха изоэнтальпия)

- разных параметров воздуха в помещении, постоянных или переменных тепловлажностной и парогазовой нагрузок помещения, систем постоянной (CAV) или переменной (VAV) производительности по воздуху;
- совмещения СКВ или СВ с отоплением или независимой работы этих систем в холодный период года;
- разного оборудования систем (местные автономные и неавтономные, центральные кондиционеры, доводчики разных типов, водяные и паровые увлажнители);
- разного функционального назначения и условий использования аппаратов тепловлажностной обработки воздуха;
- разного алгоритма функционирования систем в течение года (см. далее);
- разных решений по управлению аппаратами и нагревателями систем, в т.ч. неуправляемых;
- работы систем в разных режимах при разной производительности и обработке воздуха в рабочее и нерабочее время, при разной сменности.

**Проектирование, несмотря на всю критику, по-прежнему ведется «на две точки», т.е. для расчетных летних и зимних расчетных наружных параметров**

Дадим комментарии к методике расчета годового расхода холода на охлаждение-осушение воздуха. Он может выполняться по-разному, в зависимости от:

- границы режима охлаждения-осушения воздуха: изотермы или изоэнтальпии; первый случай имеет место, если система поддерживает только температуру воздуха, а влажность находится в комфортном диапазоне или поддерживается паровым увлажнителем, второй случай имеет место, если в помещении поддерживают строго заданные температуру и влажность при использовании изоэнтальпийного увлажнения;
- метода расчета — используют один из двух методов: раздельное определение расхода холода на охлаждение  $Q_x(t_n)$  и осушение  $Q_x(d_n)$  с последующим суммированием полученных величин или определение расхода холода в функции от энтальпии наружного воздуха;
- специального учета при расчете годовых расходов холода, с каким расходом наружного воздуха работает система:  $G_{н.мин}$ , если  $i_n > i_p$  или  $G_{н.макс} = G_{пр}$ , если имеет место  $i_n < i_p$ .



●● Рис. 2. Основные алгоритмы функционирования центральных СКВ и СВ при различных исходных данных [а — график (характеристика П-регулятора), поясняющий простейший алгоритм управления прямоточной СКВ (СВ), в технологической схеме которой использованы нагреватель и охладитель, регулирование по отклонению; б — расчетная схема ТДМ СКВ с рециркуляцией со следующими процессами обработки: 1 —  $Q_T G_{вл} G_{н.мин}$ , 2 —  $G_{вл} G_{н.вар}$ , 3 —  $G_{вл} G_{н.макс}$ , 4 —  $Q_x G_{н.макс}$ , 5 —  $Q_x G_{н.мин}$  (обозначения приняты по А.А. Рымкевичу); в — графическое представление в поле  $i-d$ -диаграммы влажного воздуха о реализации двенадцати режимов работы с помощью алгоритма оптимального функционирования СКВ (по А.А. Рымкевичу) [6]; г — преобразование в поле  $i-d$ -диаграммы четырехугольника заданных параметров  $B_1-B_2-B_3-B_4$  в линию (диагональ  $B_1-B_3$ ) и соответствующие преобразования четырехугольников  $\Pi$  и  $\bar{H}$  (последний построен при  $G_{н} = G_{н.мин}$ ); д — расчетная схема ТДМ СКВ при круглогодично заданном постоянном отношении  $G_{н}/G_{пр} = const$ : С — область параметров смеси, Н — область параметров наружного воздуха,  $B(t_n, d_n)$  — состояние воздуха в помещении,  $C_1-A_1-П-B$  — процессы нагревания и увлажнения воздуха,  $C_2-A_2-П-B$  — процессы увлажнения и охлаждения воздуха,  $C_3-П-B$  — процессы охлаждения-осушения и нагревания воздуха (смеси); е — треугольник процессов в замкнутой СКВ специальной технологической камеры сушки:  $\Pi, У$  — состояния подаваемого и уходящего из камеры воздуха,  $O$  — состояние воздуха после его охлаждения-осушения; ж — расчетная схема ТДМ СКВ объекта с влаговыделениями и границы режимов расчетных зон тепловлажностной обработки воздуха: 1, 1' — режим нагревания наружного воздуха, 12н — режим охлаждения-осушения и нагревания наружного воздуха, 12р — режим охлаждения-осушения и нагревания рециркуляционного воздуха, 12 — короткий режим небольшого охлаждения наружного воздуха. Построения выполнены при  $t_b = 28^\circ C$ ,  $\varphi_b = 75\%$  и  $\Delta i_{во} = 20-30$  кДж/кг. Если параметры состояния рециркуляционного воздуха ( $t_p, d_p$ ) переменны, то алгоритм определения границы режимов 12н, 12р и 12 должен быть специально разработан и включать вычислительные и логические операции с целью экономии энергии на охлаждение-осушение воздуха и его последующее нагревание]

Описанные выше случаи определения годовых расходов холода поясняет рис. 1 с построением границ режимов в  $i-d$ -диаграмме влажного воздуха.

**21. Наиболее сложный для меня вопрос — как связана технологическая схема СКВ и алгоритм функционирования с режимами работы системы и требованиям к климатологической информации?**

Действительно, это самый сложный вопрос. Дело в том, что проектирование, несмотря на всю критику, по-прежнему ведется «на две точки», т.е. для расчетных летних и зимних расчетных наружных параметров. При таком подходе инженер не представляет режимы, т.е. определенные сочетания исходных данных, приводящие к той или иной последовательности процессов тепло-влажностной обработки воздуха. В простейшем случае в СКВ применяется либо нагрев, либо охлаждение, или охлаждение-осушение воздуха. В этом случае существуют граничные температуры, хотя и разные, зависящие от нагрузок, ниже которых неизбежен нагрев, а выше — охлаждение; тогда требуется информация только о повторяемости наружных температур и связанной с ней радиации.

В более сложных случаях технологическая схема СКВ с рециркуляцией может содержать воздухонагреватель первого и второго подогрева, воздухоохладитель, увлажнитель. Число регулирующих клапанов (воздействий) в системе управления может достигать пяти-шести, если учитывать оппозитно-работающие воздушные клапаны наружного и рециркуляционного воздуха, а также устройство управления производительностью вентиляторов. При этом число комбинаций



режимов работы этих устройств в такой системе, согласно рис. 2в, может достигать 12-ти [6]. Более детально режимы работы СКВ в разных условиях можно представить из рис. 2 [11]. Границы отдельных режимов, в  $i-d$ -диаграмме это т.н. «зоны», указывают на то, в каких двумерных интервалах нужно иметь информацию о повторяемости, например,  $\Delta i_n - \Delta d_n$  и др. Необоснованное упрощение этих закономерностей приводит, в конечном счете, к искажению величин исковых годовых расходов.

**Чем проще технологическая схема СКВ и СВ, чем меньше в ней тепло- и массообменных аппаратов, тем меньше число комбинаций и режимов работы такой системы**

Таким образом, чем проще технологическая схема СКВ и СВ, чем меньше в ней тепло- и массообменных аппаратов, тем меньше число комбинаций и режимов работы такой системы, проще алгоритм функционирования и поэтому

требуется более доступная климатологическая информация в виде одномерных распределений. Большинство технологических схем СКВ и СВ отвечают этому условию и расчет годовых расходов оказывается менее сложным. Обсуждение этой актуальной темы будет продолжено в следующем номере журнала. ●

⊘ **Рис. 3.** Классификационная схема климатической информации, используемой при исследованиях, проектировании и оптимизации СКВ и СВ

$t_{нн}, °C$	$\varphi_{нн}, \%$	$d_{нн}, г/кг$	$i_{нн}, кДж/кг$	$v_{нн}, м/с$	$q_{рад}, Вт/м^2$
<b>Временное разрешение значений метеорологических величин</b>					
ежечасные	«срочные»	суточные	декадные	месячные	сезонные
<b>Степень уплотнения эмпирических данных</b>					
хронологические ряды	ранжированные ряды	дифференциальное распределение	интегральное распределение		усеченные распределения
<b>Мерность распределений</b>					
одномерные			многомерные		
<b>Выравнивающие функции распределения (одномерные и многомерные)</b>					
нормальная	логнормальная	композиция нормальной и равномерной плотности		Моргенштерна-Гумбеля	
<b>Направление использования климатических данных</b>					
обработка воздуха		управление		энергосбережение	
<b>Стадия использования</b>					
предпроектные предложения		проект		рабочая документация	

1. Карпунин Г.В., Кобышева Н.В. Трехмерное распределение как одна из основных форм представления информации для строительного проектирования // Труды ГГО им. А.И. Воейкова. Вып. 458. — Л.: Гидрометеоиздат, 1984.
2. Каткова Т.Ф. Некоторые характеристики комплекса температуры и относительной влажности воздуха (в годовой совокупности) на территории СССР // Труды НИИАК. Вып. 83. — М., 1973.
3. Коченов Н.В., Кобышева Н.В., Клоева М.В. Энергосберегающие режимы в СКВ и характеристика климата — взаимосвязанные задачи // Инженерные системы, №3(24)/2006, АВОК Северо-Запад.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Ч. 1-6. Вып. 1-35. — Л.: Гидрометеоиздат, 1990-1999.
5. Пивоварова З.И. Оценка суммарного прихода коротковолновой радиации на стены здания // Труды ГГО им. А.И. Воейкова. Вып. 321. — Л.: Гидрометеоиздат, 1973.
6. Рымкевич А.А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха. Изд. 1. — М.: Стройиздат, 1990; Изд. 2. — СПб.: АВОК Северо-Запад, 2003.
7. Сизов А.М. Форма представления климатологических данных в виде двумерных комплексов для проектирования СКВ // В кн.: Вентиляция и кондиционирование воздуха. Сб. №7. — Рига: РПИ, 1975.
8. Сизов А.М. Вероятностная модель наружного климата для расчета годовых расходов энергии СКВ // В кн.: Вентиляция и кондиционирование воздуха. Сб. №8. — Рига: РПИ, 1975.
9. Сизов А.М. Связь вероятностной модели наружного климата и эмпирических распределений параметров // В кн.: Вентиляция и кондиционирование воздуха. Сб. №8. — Рига: РПИ, 1975.
10. Сотников А.Г., Садовская Т.И. О проекте «Рекомендаций по расчету годовых расходов тепла, холода, электроэнергии и воды СКВ и СВ промышленных и гражданских зданий» // В кн.: Повышение экономической эффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха. — Л.: ЛДНТП, 1987.
11. Сотников А.Г. Процессы, аппараты и системы кондиционирования воздуха и вентиляции / Теория, техника и проектирование на рубеже столетий. — СПб.: АТ-Publishing. Т. I, 2005; Т. II, Ч. 1, 2006; Т. II, Ч. 2, 2007.
12. Сотников А.Г. Бездиаграммный выбор схемы СКВ // Журнал С.О.К., №7/2010.
13. Стадник В.В., Гирбасова Л.В. Обобщение коэффициентов пересчета часовых сумм прямой солнечной радиации, поступающей на вертикальную поверхность // Труды ГГО им. А.И. Воейкова. Вып. 520. — Л.: Гидрометеоиздат, 1988.

## Эффективность энергосберегающих технологий в ЖКХ

Модернизация российского ЖКХ постепенно набирает темпы. Однако, в ряде случаев существенной экономии тепла добиться не удастся. Мы решили разобраться в причинах происходящего и обратились за комментариями к Вячеславу ГУНУ, заместителю директора отдела тепловой автоматики компании «Данфосс», крупнейшего мирового производителя энергосберегающего оборудования для систем отопления.

Модернизация российского ЖКХ постепенно набирает темпы. В частности, все более широко применяется энергоэффективное оборудование в системах отопления жилых зданий. В целом, согласно уже полученным первым результатам, это дает положительный эффект. Однако в ряде случаев существенной экономии тепла добиться не удастся, платежи жильцов за отопление не сокращаются, а возрастают, что провоцирует суждения о неэффективности или неприменимости используемых технологий в российских условиях. Мы решили разобраться в причинах происходящего и обратились за комментариями к Вячеславу ГУНУ, заместителю директора отдела тепловой автоматики компании «Данфосс», крупнейшего мирового производителя энергосберегающего оборудования для систем отопления.

**Вячеслав Абрамович, в прессе и по телевидению говорят в основном об успешном внедрении энергосберегающих технологий, а также о полученной в результате экономии тепла и денег. Однако, нам известно, что не все и не всегда проходит гладко. Так ли это на самом деле, и в чем причина неудач?**

**В.А.:** Все и всегда не может идти гладко, так, к сожалению, не бывает. Для российского ЖКХ многое из того, что сегодня внедряется, внове, поэтому ошибки неизбежны. Именно они и являются причиной неудач. Оговорюсь: говоря об ошибках, я имею в виду прежде всего ошибки системные, а не пытаюсь указать на недочеты в работе конкретных людей. Существует множество взаимовлияющих факторов, способных сказаться на конечном результате. Поэтому, учитывая разобщенность и дезорганизованность, все еще характерную для отечественной коммунальной отрасли, неправильно искать виновных, нужно решать проблемы в комплексе. И вот пример.

Законом «Об энергосбережении» [1] регламентирован перевод всех объектов коммунальной инфраструктуры на приборный учет тепла до первого января 2012 года. Другие энергоэффективные мероприятия, например, применение средств регулирования в отопительных системах, в этом законе также обозначены, однако сроки их проведения жестко не регламентированы. По это или другой причине, но многие потребители и некоторые специалисты полагают, что установка теплосчетчиков немедленно должна привести к экономии.

Нужно ведь хорошо понимать: счетчик — это всего лишь измерительный инструмент. Сам по себе он ничего не экономит. Действительно, иногда оказывается, что дом потребляет меньше тепла, чем предусмотрено нормативом, и тогда после установки теплосчетчика размер платежей за отопление



Вячеслав Абрамович ГУН

снижается. Но это лотерея, делать из этого правило — большая ошибка. Особенно когда речь идет о старом жилом фонде: в 10–15 процентах случаев вместо экономии здесь получается прямой убыток. Со временем здания теряют свои теплоизоляционные характеристики, и, чтобы привести их в соответствие с современными стандартами, необходим разной сложности капитальный ремонт. Если же в доме с дырявыми стенами установить теплосчетчик, то его показания, конечно, будут зашкаливать.

**Модернизация жилищно-коммунального хозяйства постепенно набирает темпы. В частности, все более широко применяется энергоэффективное оборудование в системах отопления жилых зданий**

Что же касается автоматики, в частности, автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (АИТП) и автоматизированных узлов управления (АУУ), то она свое отработывает аккуратно и действительно позволяет экономить до 25–35 процентов тепла за отопительный сезон и до 40–50 процентов в межсезонье (по сравнению с нормативом). Если же нам сообщают о противоположных результатах, то есть теплопотребление оказывается выше нормативного, то мы всегда выезжаем на место и проводим детальный анализ состояния отопительной системы конкретного здания. Опыт подобной работы накоплен уже достаточно большой. Могу сказать со всей ответственностью: как правило, причиной проблем является один или несколько сторонних факторов, которым коммунальные службы, к сожалению, зачастую не придают большого значения.

## ❖ Что это за факторы?

**В.А.:** Начну с самого простого: с того, с чем можно столкнуться сегодня практически в каждом городе. Есть известный специализированный перечень мероприятий, которые необходимо проводить для повышения энергоэффективности систем отопления жилых зданий, как-то: установка приборов учета тепла, регулирующей автоматики (АИТП или АУУ) на входе в здание, балансировка системы по стоякам, оснащение отопительных приборов радиаторными терморегуляторами. Комплексное проведение этих мероприятий в правильно утепленном здании дает ожидаемый результат: экономию тепла и денег. Однако, зачастую модернизация проводится частично, что иногда становится причиной разочарований. Например, как уже говорилось, если ограничиться только установкой теплосчетчика, то результат может оказаться противоположным ожидаемому.

Очень часто устанавливают в домах регулируемую автоматику на вводе, не проводя при этом балансировку системы отопления по стоякам. В результате по одним квартирам идет перегрев, а по другим в то же самое время — недогрев. Как правило, это угловые квартиры, последние в цепочке. Если регулировать по ним, то в промежуточных будет перетоп и постоянно открытые форточки. То есть, получим то, от чего хотели избавиться. Еще больше эта ситуация может усугубиться, если радиаторные терморегуляторы были установлены только на части отопительных приборов (так бывает, когда их замена производится в индивидуальном порядке). В каждом конкретном случае нужно искать свой выход, например, можно дополнительно утеплять угловые квартиры, устанавливать в них пластиковые окна либо убирать замыкающие участки (перемычки) на последних отопительных приборах, расположенных в этих квартирах, чтобы через них шел весь расход теплоносителя.

Отдельно считаю необходимым остановиться на состоянии самих отопительных систем. И дело здесь не только в их износе: это, по крайней мере, сразу становится очевидно. Не секрет, что многие собственники самостоятельно меняют и устанавливают отопительные приборы, регулируемую и запорную арматуру, устраивают у себя дома водяные теплые полы, отапливаемые лоджии и т.д. и т.п. Иначе как надругательством над инженерными коммуникациями это назвать нельзя. Система становится попросту нерегулируемой, в результате можно очень долго, но совершенно безрезультатно биться над повышением ее энергоэффективности. К сожалению, действующее законодательство позволяет отнести часть инженерных коммуникаций здания (в частности, отопительные приборы) к личному имуществу жильцов, поэтому контролировать этот процесс чрезвычайно сложно.

## **Действующее законодательство не позволяет эксплуатировать организациям получать от энергосбережения какую-либо выгоду: все сэкономленные средства должны быть возвращены жильцам при перерасчете**

### ❖ Возможно, управляющим компаниям нужно уделять больше времени просветительской работе среди жильцов?

**В.А.:** Безусловно, причем многие это сегодня делают. Однако иногда результаты такой работы сводят на нет серьезные промахи, допущенные подчас еще на этапе застройки. Например, сейчас при проведении капремонта в жилых домах во многих регионах и городах, в первую очередь в Москве, устанавливается тепловая автоматика, производится балансировка системы отопления по стоякам, отопительные приборы оснащаются радиаторными терморегуляторами. Но зачастую ничего из этого не делается при новом строительстве, невзирая на требования действующих нормативов. Это парадокс, который отбрасывает нас назад, и, конечно, это провоцирует жильцов на самостоятельные действия.

Бывают просто непонятные ситуации. Например, на отопительных приборах устанавливают клапаны без термостатических головок. Или монтируют радиаторы так, что термостат смотрит прямо на балконную дверь. Монтажники не удосуживаются даже посмотреть на инструкцию к регулятору, где показано, как должен быть установлен термостатический элемент. Все это подрывает усилия по энергосбережению: люди слышат с экранов одно, а на деле видят другое. Многие же просто не понимают, что чего-то не хватает в системе, что что-то недоделано, и считают, что на практике все, о чем говорится, на самом деле неэффективно, что это пустые слова.

### ❖ Все, о чем вы говорили, так или иначе можно объяснить недопониманием сути проводимых мероприятий, отсутствием четких законодательных норм, неумением или нежеланием отдельных специалистов доводить начатое дело до конца. К сожалению, это не ново и хорошо знакомо читателям. Но все ли можно списать только на оргвопросы? Существуют ли проблемы, требующие инженерного решения?

**В.А.:** Да, существуют, хотя и здесь проблема скорее в отсутствии комплексного подхода к энергосбережению. Например, во многих российских населенных пунктах, и даже в некоторых крупных городах, до сих пор применяется открытый водоразбор для нужд ГВС, когда горячая вода для бытовых нужд берется непосредственно из отопительной системы. В такой (двухтрубной) системе на входе в дом установлен обычно один общий теплосчетчик, который считает суммарно все тепло: и то, что идет на отопление, и то, что идет на горячее водоснабжение. Если при этом автоматизировать только отопительную систему, то весь эффект от регулирования может оказаться «съеден» повышенным потреблением горячей воды, и «на круг» получится отрицательный результат. Если проектным решением не предусмотрена установка на стояках системы ГВС термостатических балансировочных клапанов для равномерного распределения горячей воды и отсутствует насосный циркуляционный контур, то, открывая воду, люди вынуждены ждать некоторое время, пока она станет горячей, а квартирный и общедомовой счетчики этот расход фиксируют. Кроме того, нет возможности регулировать температуру воздуха в ванных комнатах путем уменьшения отбора тепла от полотенцесушителей. Вспомните нынешнее лето: разве нужен был вам дополнительный обогрев ванной при температуре в +35 °С? Также ситуация осложняется, если в доме поквартирный учет воды (в том числе горячей) реализован только у части собственников, ведь у остальных жильцов в этом случае просто нет стимула к ее экономии.

**❖ Как Вы можете подытожить все сказанное?**

**В.А.:** Внедрение приборного учета тепла и регулирования дает первые результаты. И это не только экономия. Сегодня к специалистам коммунальной отрасли приходит понимание, что энергосбережение — это комплексная категория. Если вы установите на автомобиль два колеса вместо четырех, то он никуда не уедет. Однако, это не значит, что виновато колесо. Также и с энергоэффективным оборудованием.

К сожалению, действующее законодательство не позволяет эксплуатировать организациям получать от энергосбережения какую-либо выгоду: все сэкономленные средства должны быть возвращены жильцам при перерасчете. Я не хочу сказать, что это неправильно, но в ситуации, когда собираемость коммунальных платежей чрезвычайно низкая (а она подчас составляет 75–85 процентов или даже еще меньше), управляющим компаниям и ТСЖ очень трудно находить средства на модернизацию и проводить ее действительно комплексно. А схема с энергосервисными контрактами пока что не действует. И в этом направлении нам всем предстоит еще очень много работать. ●

### ❖ Как Вы можете подытожить все сказанное?

**В.А.:** Внедрение приборного учета тепла и регулирования дает первые результаты. И это не только экономия. Сегодня к специалистам коммунальной отрасли приходит понимание, что энергосбережение — это комплексная категория. Если вы установите на автомобиль два колеса вместо четырех, то он никуда не уедет. Однако, это не значит, что виновато колесо. Также и с энергоэффективным оборудованием.

К сожалению, действующее законодательство не позволяет эксплуатировать организациям получать от энергосбережения какую-либо выгоду: все сэкономленные средства должны быть возвращены жильцам при перерасчете. Я не хочу сказать, что это неправильно, но в ситуации, когда собираемость коммунальных платежей чрезвычайно низкая (а она подчас составляет 75–85 процентов или даже еще меньше), управляющим компаниям и ТСЖ очень трудно находить средства на модернизацию и проводить ее действительно комплексно. А схема с энергосервисными контрактами пока что не действует. И в этом направлении нам всем предстоит еще очень много работать. ●

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».



## Распределенные системы тепло-снабжения

Комплексный территориальный подход к повышению эффективности (и надежности) комплекса жизнеобеспечения, во-первых, неизбежно требует согласованности технических, организационно-экономических решений, политико-правовых предпосылок и сопутствующих социальных технологий.

Необходимость рассмотрения в качестве объекта целостных территориальных образований определенно вызвана тем, что именно на этом уровне возможно радикально повысить эффективность всего комплекса жизнеобеспечения, включая источники ТЭР, системы распределения и разнородных потребителей. Необходимо понимание проблематики энергетической эффективности территориально распределенных иерархических систем теплоэнергоснабжения, напрямую связанной с использованием разных дисбалансов энергии различного потенциала, и в этом качестве могут быть равноправно использованы утилизационные, аккумулирующие и пиковые агрегаты разной мощности. В конечном счете, речь идет о создании заинтересованности всех звеньев коммунального комплекса территории — от поставщиков до потребителей, в экономном расходовании и использовании ТЭР. Формирование, или определенная самоорганизация крупных энергоемких территориальных промышленных комплексов во второй половине XX века в СССР происходило в значительной степени согласно основным принципам теории энергопроизводственных циклов, в которой увязывались ресурсные, энергетические, материальные потоки в рамках ТПК.

Именно рост промышленности был важнейшим фактором урбанизации в Союзе Советских Социалистических Республик, промышленные ТЭЦ и системы энергоснабжения и стали в первую очередь базовой неотъемлемой составляющей систем жизнеобеспечения промузлов и городов. Интенсивный промышленный рост, развитие городов, систем теплоэнергоснабжения замедлились, начиная со второй половины 1970-х гг., при этом динамика инвестиций в развитие сетей показывает их существенное отставание от вложений в источники теплоэнергоснабжения (ТЭЦ, ГРЭС). Системы жизнеобеспечения населенных пунктов, тем не менее, формируются вместе с жилым фондом в определенных пропорциях, что характеризует процессы территориальной самоорганизации.

Преобладание промышленной нагрузки ТЭЦ, превышающей отопительную нагрузку практически вдвое, во многом сглаживала

сезонные пики коммунального теплопотребления городов. Резкое сокращение промышленного теплопотребления привело к переизбытку централизованных мощностей при возрастании роли именно пиковых источников и агрегатов. Проблема стоит острее именно в крупных городах с высокой долей промышленного энергопотребления, в небольших городах система легче выходит на расчетные параметры.

### Самоорганизация крупных энергоемких промышленных комплексов во второй половине XX века в СССР происходила согласно основным принципам теории энергопроизводственных циклов

В основе всеобъемлющего и массового кризиса систем жизнеобеспечения (тепло-, водоснабжения) страны лежит комплекс причин, в числе которых не только удорожание топлива, износ основных фондов, но и существенное изменение расчетных условий эксплуатации, графика тепловых нагрузок, функционального состава оборудования. Кроме того, существенная доля промкомплекса и сопутствующих энергоисточников после распада СССР оказалась вне России. Именно недостатки структурного развития систем теплоснабжения (нехватка пиковых агрегатов, неразвитость сетей, отставание ввода потребителей, завышение расчетных нагрузок потребителей и ориентация на строительство мощных ТЭЦ) обусловили существенное снижение расчетной эффективности теплофикационных систем [1].

При уходе бывших республик СССР после 1991 г., население страны уменьшается на 45–46%, при этом если большинство населения СССР (свыше 60%) проживало в климатической зоне с ГСОП = 3000–4000, то в границах современной РФ большинство населения (72%) проживает при гораздо более неблагоприятных условиях с ГСОП = 4000–6000. Если сопоставлять системные изменения общей тепловой нагрузки систем теплоснабже-

ния, необходимо обратить внимание на совместное действие нескольких факторов:

- сокращение территории страны на 30% (а т.н. «эффективной» территории — практически вдвое);
- соответствующее сокращение численности населения на 46%;
- резкое падение совокупной тепловой нагрузки в связи с промышленным кризисом и стагнацией;
- падение загрузки основного турбинного оборудования ТЭЦ и показателей эффективности их работы;
- износ основного и вспомогательного энергетического оборудования, тепловых сетей.

Помимо существенного изменения режимных характеристик всего комплекса (источники, магистральные и распределительные сети), это также существенно меняет состав и номенклатуру необходимого для покрытия измененной нагрузки оборудования, делает более значимым и актуальным использование различного рода пикового, аккумулирующего оборудования.

Развитые энергетические инфраструктуры и оптимизация их режимов, в любом случае являются предпосылкой более полного использования всего потенциала энергоносителей. Такое построение систем выработки и использования ТЭР отражает и эффективность так называемого энерготехнологического комбинирования, наиболее полного использования всего потенциала располагаемой энергии топлива во всех диапазонах возможных тепловых нагрузок. Сочетание климатических условий и размера города обуславливают такую конфигурацию СЦТ, сочетание источников и распределительного оборудования, которое подразумевает максимальное энерготехнологическое комбинирование, т.е. совместную выработку электроэнергии и теплоты, и построение эффективных систем их распределения и доставки потребителям.

Взаимоувязка и согласование режимов выработки и потребления энергоресурсов никак не подразумевает отказа от единых городских систем жизнеобеспечения, наоборот, они стыкуются с возможными автономными агрегатами таким образом, чтобы обеспечить максимальную эффективность энергоиспользования, надежность и экологическую безопасность.

Повышение транзакционных затрат (т.е. затрат на распределение и доставку ТЭР потребителям) в централизованных системах СТЭС/СЦТ породило целую волну мероприятий по разделению сетей, появление различных автономных источников тепловой энергии разной мощности, обслуживающих непосредственно здания, и в конечном счете, к пиковым теплогенераторам.

Разделение СЦТ на автономные и квази-автономные элементы и блоки, предприни-

## **Разделение СЦТ на автономные и квазиавтономные элементы и блоки, предпринимаемое якобы в целях повышения эффективности, приводит только к дополнительной дезорганизации и неразберихе**

маемое якобы в целях повышения эффективности, приводит только к дополнительной дезорганизации и неразберихе. Важнейшая особенность сетевой организации состоит в том, что она нуждается в максимальной интеграции и кооперации между ее участниками. Радикальное сокращение энергозатрат в коммунальном комплексе городов требует рассмотрения в качестве объекта уже не зданий, сооружений или сетей энергоснабжения, а целостного территориального комплекса источников и систем теплоснабжения.

Выбор непосредственных схемных решений для тех или иных участков системы базируется на типологических моделях энергопотребляющих элементов. При этом дисбалансы в разных частях системы могут быть столь значительными, что требуют наличия специальных технологических устройств поглощения (диссипации) или аккумулирования для построения подсистемы распределенного регулирования или управления энергопотоками. Речь идет о понимании проблематики энергетической эффективности территориально распределенных систем теплоэнергоснабжения, напрямую связанной с использованием разных дисбалансов энергии различного потенциала. В этом качестве могут быть равноправно использованы утилизационные, аккумулирующие и пиковые агрегаты разной мощности. Выбор схемно-параметрических решений и функционального энергетического оборудования должен базироваться на поэтапном сведении и рационализации балансов потребляемой и генерируемой энергии.

В распределенных системах, когда потребление удалено от источника энергии, режимы функционирования системы транспорта энергии в значительной степени определяются потребителями. В этом случае происходит многократная коррекция параметров и нагрузок в зависимости от реальных климатических условий и схемно-параметрических особенностей систем теплоэнергоснабжения. Проблема такого подхода заключается в том, что в разное время года это могут быть разные источники и типы оборудования, и их эффективность (окупаемость) должна быть взаимообусловлена с единой инфраструктурой городского хозяйства.

Дисбалансы энергопотребления в рамках мегаполиса вполне можно прогнозировать и нейтрализовать при комплексном территориальном подходе к городскому хозяйству как единому механизму жизнеобеспечения. Развитие городов всегда представляет собой сложный эволюционный процесс, в котором системы жизнеобеспечения способствуют этому развитию как необходимый каркас нового городского строительства и реконструкции существующего жилищного фонда.

Как показывает анализ, после определенной величины дефицита тепла (приблизительно 4000–4500 градусо-суток отопительного периода) отчетливо наблюдается тенденция концентрации (централизации) расселения, обусловленная климатическими условиями и необходимостью устраивать централизованные системы жизнеобеспечения для обеспечения приемлемых условий жизни и работы населения [2]. Итак, территориальная самоорганизация систем городов и населенных мест есть проявление наиболее оптимальной стратегии преодоления сопротивления среды, а эволюция инфраструктур жизнеобеспечения — структурная перестройка систем в соответствии с наиболее рациональным способом обеспечения жизненно необходимых потребностей социума.



В данных климатические условия при возрастании градусо-суток отопительного периода (ГСОП) обуславливают такую конфигурацию ТСТЭС, сочетание источников и распределительного оборудования, которое подразумевает максимальное энерготехнологическое комбинирование, т.е. совместную выработку электроэнергии и теплоты (и, возможно, холода), и построение эффективных систем их распределения и доставки потребителям. Для этого теплотехнологические комплексы (техноценозы) систем жизнеобеспечения в таких населенных пунктах неизбежно должны включать в себя разнородные дублирующие, резервирующие системы топливо-, тепло-, водо-, электрообеспечения, канализации, с применением разноплановых устройств взаимозаменяемости энергоносителей.

Задача нахождения оптимальной степени централизации (коммунальности) систем теплоэнергоснабжения состоит в преодолении порогов повышения эффективности городских инфраструктур, обусловленных в т.ч. и определенным типом самоорганизации сложного городского хозяйства. Первый связан с концентрацией проживания (снижение удельных отопительных затрат) и значительным количеством зданий достаточно большого размера, второй — с повышением компактности проживания, третий с применением теплофикации в крупных городах.

Дальнейший рост города к мегаполису и далее требует набора особых структурных решений, органично стыкующихся с другими

### Разноплановая инфраструктура является наиболее совершенной, экологически приемлемой и безопасной

важнейшими городскими инфраструктурами. При этом важен размер города, численность населения, структура промышленных и бытовых нагрузок. Разделим города и их систем теплоснабжения на типологические группы (табл. 1), добавив для каждого размера города сопутствующие характеристики тепловых сетей и потребителей тепла. Минимальное взаимовлияние наблюдается в системах теплоснабжения с одним источником, несколькими десятками потребителей и небольшой распределительной сетью. Это соответствует максимальной расчетной нагрузке города ориентировочно до 100 МВт (80–90 Гкал/ч) с «кустовыми» сетями от нескольких котельных. В этом случае достаточно установки приборов учета на источнике тепловой энергии, приемлемой тепловой изоляции распределительных магистралей.

Это особенно важно для городов небольшого размера, когда система теплоснабжения представляет собой набор котельных средней мощности с собственными сетями, обслуживающими несколько десятков зданий (табл. 1). Этим городам немногим меньше тысячи и возможные решения в ряде случаев будут очень сильно отличаться в силу индивидуальных особенностей поселений.

Для второго типа систем, когда число потребителей вырастает почти на порядок, становится целесообразным производить учет поступаемых ресурсов на наиболее крупных потребителях, частичное регулирование по группам потребителей. Этим городам чуть более сотни, здесь уже возможно тиражирование наиболее оптимальных решений и схем. В случае развитых систем теплоснабжения крупных городов необходимо вести речь о полномасштабном комплексе мероприятий учета и распределенного регулирования (табл. 2). Около полусотни городов такого размера имеют, как правило, промышленные ТЭЦ, предприятия со значительным количеством вторичных энергоресурсов, что позволяет использовать уже технические решения следующего уровня.

Мегаполисы с миллионным населением (14 городов) и супермегаполисы (такие как Москва и Санкт-Петербург), как уже отмечалось выше, требуют для устойчивого развития специальных инфраструктурных решений, в т.ч. взаимосогласованных с другими важнейшими инфраструктурами города. Концентрация потребителей, повышение степени централизации СТЭС при этом повысить степень надежности как за счет развития общей сети (и ее закольцовывания), так и путем применения распределенных утилизационных и пиковых устройств, в т.ч. на возобновляемых источниках энергии.

Таким образом, стратегия энерготехнологического комбинирования для систем теплоэнергоснабжения и городов любого размера явно указывает на пути рационализации и совершенствования соответствующего оборудования, схемных решений, оптимизацию структуры и состава системы. Органичное использование разнородных источников энергии, включая нетрадиционные и возобновляемые источники (НВИЭ), будет характеризовать «зрелость» развития системы, ее устойчивость и надежность функционирования [3].

Именно разноплановая инфраструктура, способная интегрировать в себя источники НВИЭ, наиболее совершенна в инфраструктурном плане, экологически приемлема и безопасна. Использование таких разнообразных источников ТЭР, включая нетрадиционные, безусловно, будет стимулировать привлечение населения к построению общих энергоэффективных систем, применению частных и распределенных решений энергосбережения в разных сферах городского хозяйства. То есть, эффективность системы тем выше, чем больше разнообразие ее элементов (источников, сетей, потребителей), обеспечиваемое при прочих равных затратах энергии.

Многие современные проекты в области энергетических инфраструктур имеют достаточно большие сроки окупаемости, а в ряде случаев просто не оправдывают вложенных

•• Параметры городского хозяйства и развитие систем теплоэнергоснабжения табл. 1

Тип городов	Число городов	Численность населения, млн чел.	Доля в числе городов, %	Расчетная тепловая нагрузка, Гкал/ч	Годовой расход тепла, тыс. Гкал	Зданий в городе	Источники ТЭР	L <sub>сетей</sub> , км
До 100 тыс.	948	≈ 40	85	40–120	100–350	100–300	5–10 котельных	25–50
от 100 до 300 тыс.	106	≈ 17,5	9,0	200–650	500–1500	500–1500	1 ТЭЦ, до 100 котельных	70–170
от 300 до 750 тыс.	48	≈ 20	4,3	700–2000	2000–4000	2000–4000	1–3 ТЭЦ, пром. ТЭЦ, 100–250 котельных	180–350
от 900 до 1400 тыс.	14	≈ 15,5	1,2	3000–4000	5000–7000	5000–7000	2–4 ТЭЦ, 2–3 пром. ТЭЦ, 300–500 котельных	350–700

•• Комплекс мероприятий для рационализации энергетических инфраструктур табл. 2

Диверсификация источников энергоснабжения	Зонирование территории города	Энерготехнологическое комбинирование	Использование дисбалансов энергопотребления
Оптимизация состава источников энергоресурсов и потребителей ресурсов	Инфраструктурная обустроенность и выбор мер рационализации СТЭС	Применение различных взаимозаменяющих энергоносителей	Применение детандер-генераторов для получения электроэнергии на избыточном давлении
Использование промышленных ТЭЦ для энергоснабжения	Стыковка энергетических, транспортных и др. инфраструктур	Переработка отходов для выработки энергии	Использование крупных источников вторичных энергоресурсов
Применение АСТ, АТЭЦ для тепло- и электроснабжения промзон и ЖКХ	Построение локальных инфраструктур по зонам города, промузла	Утилизация низкопотенциальных ВЭР в энергобиологических комплексах	Активное использование местных условий привлечения НВИЭ

средств. Тому виной сочетание различных факторов: износ основного оборудования, его резкопеременные режимы работы, цены на энергоресурсы, протяженность страны и необходимые масштабы систем жизнеобеспечения, климатические условия большинства территорий РФ, состояние энергомашиностроения. Полная и частная «неокупаемость» энергосберегающих проектов потребителей, современных источников энергии (ГТУ ТЭЦ и ПГУ ТЭЦ) при их неполной загрузке ставит перед нами три важных вопроса:

- при каких условиях, факторах возможна окупаемость различных элементов энергетической инфраструктуры;
- как быстро строить необходимые системы жизнеобеспечения разных городов и поселков, если эти проекты не вполне окупаемы?
- какова должна быть некая оптимальная форма (степень) государственного участия в планировании, поддержке скорейшего сооружения энергетических инфраструктур?

Ответом на эти «энергетические вызовы» XXI века должно быть выстраивание и апробация адекватной концепции энергетического развития страны, включающей в себя: разработку перспективной территориальной схемы размещения энергетической инфраструктуры; выработку широкого спектра стратегий энергообеспечения разных проектов территориального развития с учетом масштабов страны, существенных территориальных различий; отработку набора взаимосвязанных схемных решений с комплектами (кластерами) оборудования отраслевого и коммунального энергообеспечения; создание и апробацию комплекса решений инфраструктурного освоения труднодоступных территорий с экстремальными природными условиями; создание специального Кодекса об основах политики обеспечения жизнедеятельности и без-



www.freewallpaper.com

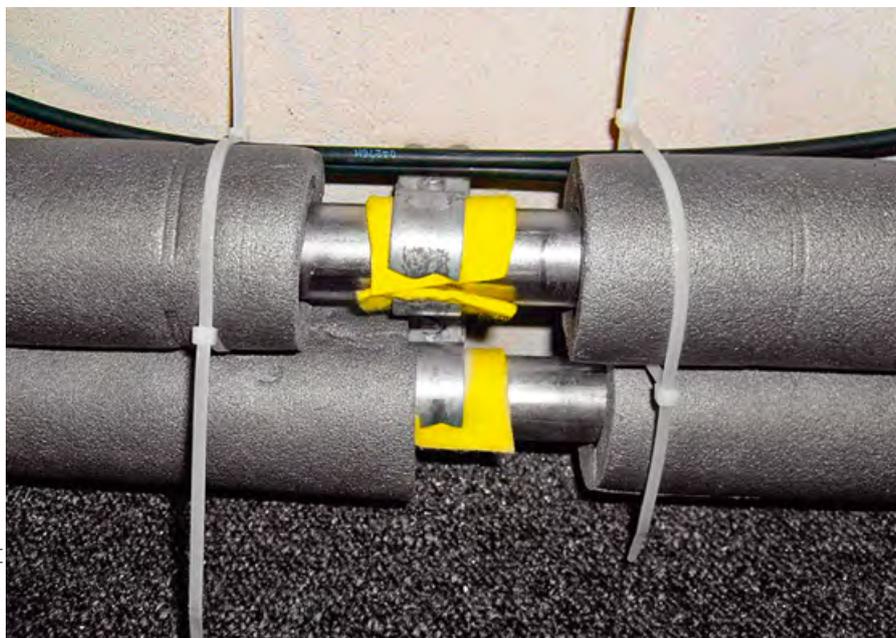
опасности страны, определяющего рамочные условия функционирования систем энергообеспечения на основе реализации базовых конституционных прав и свобод.

Согласование успешной и эффективной эксплуатации СЦТ с окупаемостью капитальных затрат массового строительства или реконструкции является важнейшей прерогативой именно государственной политики энергосбережения, что требует законодательного отражения в Законах Российской Федерации, в региональных нормативно-правовых документах. Базовая, институциональная роль энергокомплекса громадной страны, требует соответствующего взаимосвязанного правового закрепления в целом ряде Федеральных законов и кодексов: Законодательстве об энергосбережении и теплоснабжении, Жи-

**Сейчас необходимы выстраивание и апробация концепции энергетического развития страны, включающей в себя: разработку перспективной территориальной схемы размещения энергетической инфраструктуры, выработку широкого спектра стратегий энергообеспечения разных проектов и пр.**

лищном и Гражданском Кодексе, Законодательстве о местном самоуправлении и защите прав потребителей.

Эволюция сложных технических систем жизнеобеспечения городов самой крупной северной страны мира прошла непростой и неоднозначный путь от первых отопительных печей и плана ГОЭЛРО к крупнейшей и разветвленной метасистеме промузлов и городских агломераций с разнообразными комплексами электро-, тепло-, водоснабжения, канализации, специализированными системами жизнеобеспечения северных территорий. Эволюция сопутствующих правоустанавливающих институциональных принципов в этой сфере также должна вбирать в себя современные концепции регулирования услуг общеэкономического назначения, увязки роста тарифов с разработкой программ комплексного развития энергетических систем городов, законодательство о концессиях. ●



www.freewallpaper.com

1. Байдаков С.Л., Гашо Е.Г., Анохин С.М. ЖИХ России / Деп. ВНИТИ 3 марта 2005 г. №305/2005.
2. Гашо Е.Г. Особенности эволюции городов, промузлов, территориальных систем жизнеобеспечения. — М.: Центр системных исследований, 2006.
3. Кудрин Б.И. Техногенная самоорганизация. — М.: Центр системных исследований, 2004.



## Сертификат eu.bac

Жилые и промышленные строения составляют свыше 40% от общего потребления первичной энергии в Европе. Для того чтобы, с одной стороны, обеспечить возможность выполнения экологических норм, а с другой — снизить увеличивающиеся энергетические затраты операторов зданий, необходимо повысить энергетическую эффективность зданий.

Жилые и промышленные строения составляют свыше 40% от общего потребления первичной энергии в Европе. Для того чтобы, с одной стороны, обеспечить возможность выполнения экологических норм, а с другой — все же снизить увеличивающиеся энергетические затраты операторов зданий, необходимо повысить энергетическую эффективность зданий. Союз eu.bac, являющийся объединением ведущих в интернациональном масштабе изготовителей систем автоматизации зданий, предлагает в качестве необходимой для этого основы сертификацию энергетически эффективных продуктов — eu.bac.Cert. В статье поясняется, как можно с помощью eu.bac — сертифицированных приборов экономить энергию в здании, принимая также в расчет повышающиеся законодательные требования.

Европейская директива по общей энергетической эффективности зданий (EPBD) и национальные аналоги этой директивы описывают меры, которые должны быть приняты в рамках обязательств по Киотскому протоколу для повышения энергетической эффективности зданий. Эта директива требует подтверждения энергетической эффективности посредством процедур тестирования и сертификации. Важную роль при этом играют продукты и системы автоматизации коттеджей и зданий. Они представляют собой, так сказать, мозг системы, который не только обеспечивает неизменный комфорт в жилых и промышленных зданиях, но и регулирует энергопотребление, чтобы вышеупомянутые условия могли быть выполнены наиболее эффективным образом.

Для того чтобы форсировать стандартизацию, тестирование и сертификацию наиболее прозрачным и правильным образом, возникла необходимость в системе контроля качества в области автоматизации коттеджей и зданий в европейском масштабе. Как реакция на требования EPBD и спрос со стороны потребителей на энергетически эффективные здания, ведущие интернациональные поставщики средств автоматизации зданий основали Европейскую ассоциацию по автоматизации и контролю зданий (European Building Automation and Controls Association) — сокращенно eu.bac. Союз eu.bac недавно пре-

зентовал свою Европейскую программу сертификации под названием eu.bacCert — для продуктов, предназначенных для автоматизации зданий. Союз исходит из того, что с помощью оптимального технического оборудования зданий только лишь потребление первичной энергии в зданиях может быть снижено до 25%. Союз приступает к проведению сертификации и предлагает рынку свидетельство того, что энергетическая эффективность

### Европейская директива по общей энергетической эффективности зданий требует подтверждения энергетической эффективности посредством процедур тестирования и сертификации

продуктов, сертифицированных независимыми контролирующими институтами, получила подтверждение и уже выходит за границы отдельных стран. Первая версия программы сертификации охватывает регуляторы отдельных помещений, которые управляют большей частью энергопотребления в зданиях. Программа включает регуляторы для отдельных помещений со следующим оборудованием: радиаторы отопления, фанкойлы, потолочные охладители, электрообогреватели.

### Как согласуется eu.bac-сертификация с европейскими стандартами и как обеспечивается единообразие?

Европейский Союз уполномочил Европейский комитет по стандартизации (CEN) сформулировать стандарты в духе EPBD в целях стандартизации методов расчета для улучшения экономии энергии. После этого CEN подготовил ряд стандартов, таких как EN 15232, который определяет влияние систем автоматизации зданий и регулирования на энергетическую эффективность, или EN 15500, охватывающий стандарты на продукты с критериями энергетической эффективности. На этих европейских стандартах базируется сертификация eu.bac (eu.bacCert). Для отдельных регуляторов в качестве руководства служит также европейский стандарт EN 15500.

Автор: М. РАДЕР, менеджер по маркетингу продукции CentraLine с/о Honeywell GmbH

Отдельные страны уже включили eu.bas-сертификацию как непреложное требование в свои национальные законодательства. Во Франции публичные тендеры включают только такие регуляторы отдельных помещений, которые выполняют требования Директивы RT2005 (Reglementation Thermique pour les batiments neufs), которая в свою очередь предписывает eu.bas-сертификацию для регуляторов отдельных помещений.

При eu.bas-сертификации прибора должен быть соблюден ряд правил сертификации. В ходе тестирования продукта, выполняемого одним из допущенных контролирующих предприятий, устанавливается, что тестируемый продукт, как минимум, соответствует стандарту. Европейские стандарты требуют определенной точности регулирования, обеспечивающей улучшенную энергетическую эффективность. Сертификация eu.bas идет еще дальше и требует от регулятора в помещении увеличения точности регулирования на 30% по сравнению с соответствующим европейским стандартом EN 15500.

### Сертификация eu.bas дает проектировщику уверенность в максимальной энергетической эффективности продукта

К тестированию оборудования добавляется аудит производственной площадки, который устанавливает тот факт, что производственная площадка в состоянии обеспечить качество проверенных продуктов. Обычно изготовитель должен проходить лишь этот контроль, если он располагает системой управления качеством (QMS), которая удовлетворяет, по крайней мере, стандартам EN ISO 9001.

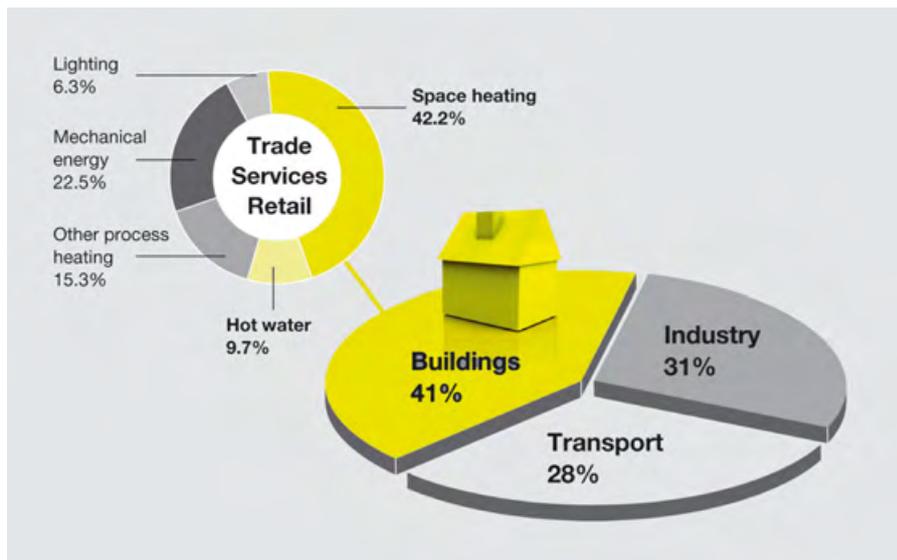


Рис. 1. Потребление первичной энергии

В заключение, после успешного тестирования продукта и аудита производства, уполномоченная организация по сертификации выдает сертификат и номер лицензии для продукта. Соответствующие продукты маркируются знаком eu.bas-сертификации (eu.basCert), демонстрируя тем самым, что их энергетическая эффективность и качество находятся в установленных пределах.

### Как eu.bas-сертифицированные приборы могут «помочь» зданию?

Чем выше точность регулирования, тем лучше будет выдерживаться определенное заданное значение. Принимая во внимание, что уменьшение температуры помещения на 1 °C ведет к 6% экономии энергии отопления, отклонение регулируемого параметра на 1,5 K означает для оператора здания повышение потребления энергии до девяти процентов.

Поскольку eu.bas требует повышения точности регулирования на 30% по сравнению с европейским стандартом, то eu.bas — сертифицированные приборы, как правило, превосходят требуемые показатели энергетической эффективности.

В предлагаемом eu.bas процессе, производится измерение, документирование и сертификация фактической точности регулирования — с привлечением независимой контролирующей организации. К примеру, CentralLine провел сертификацию своего регулятора Serval для помещения и получил лицензию № 20855. Тестирование показало: разработанный в CentralLine регулятор Serval обеспечивает четырехкратную точность регулирования по сравнению с требованием стандарта. Тем самым, с явным превосходством выполняются, как требования стандарта ЕС, так и более высокие требования стандартов eu.bas. Это хороший пример того, как система автоматического регулирования с множеством мелких деталей способствует существенному повышению энергетической эффективности.

### Что будет дальше?

В настоящее время eu.bas-сертификация проводится лишь в отношении регуляторов для отдельных помещений. Это объясняется тем фактом, что промышленные строения с регуляторами для отдельного помещения по сравнению со зданиями без регулирования отдельных помещений могут обладать весьма большим потенциалом экономии, достигающим 30%. Правда, когда речь идет об энергетической эффективности зданий, играет роль еще и целый ряд других факторов. Если рассматривать общие условия для отдельного здания (как например, в плане изоляции), то за счет оптимизированного измерения и автоматического регулирования в сферах отопления, вентиляции и горячего водоснабже-



www.freevalpaper.com

ния можно добиться существенного повышения энергетической эффективности (до 25%). Поэтому в качестве следующего шага eu.bac запланировал введение программы сертификации регуляторов, учитывающих влияние погодных условий. При этом ожидаемый потенциал экономии достигает 25% по сравнению с системами, где применяются регуляторы не учитывающие влияние погодных условий (здесь следует, конечно, учитывать то, что составляющие экономии за счет таких регуляторов и за счет автоматического регулирования помещения не являются аддитивными; согласно оценке eu.bac потенциальная экономия при комбинировании того и другого решения приближается к 32%). По состоянию планирования на сегодняшний день, расширенная программа сертификации должна охватывать регуляторы, учитывающие влияние погодных условий и используемые на стационарных объектах. В нежилых зданиях, однако, часто применяются свободно-программируемые или конфигурируемые регуляторы. Пока еще неизвестно, будет ли действовать программа сертификации также в отношении этих приборов и, если будет, то каким образом. Проектировщики зданий промышленного назначения могут, однако, в принципе исходить из того, что дополнительная экономия энергии может иметь место при взаимодействии eu.bac-сертифицированных регуляторов и регуляторов (учитывающих влияние погодных условий) агрегатов, отвечающих за генерацию энергии отопления/охлаждения.

Приведем пример.

Разработанный в CentralLine зонный контроллер Serval охватывает следующие применения: радиаторное отопление, фанкойлы,

### В настоящее время eu.bac-сертификация проводится лишь в отношении регуляторов для отдельных помещений

потолочное охлаждение, электрообогреватель (дополнительно), напольное отопление. Как уже было сказано выше, Serval превосходит требования стандарта по точности на 400% и, тем самым, обеспечивает явно более высокую энергетическую эффективность, чем требуется. Кроме того, он дополнительно



•• Регулятор CentralLine Serval

экономит энергию даже в случае одиночного использования, например, за счет автоматического снижения заданного значения, когда в помещении нет людей, или, закрывая клапан, когда открыто окно (проветривание). Когда регулятор Serval используется вместе с регуляторами установок (матер-контроллерами) в системе CentralLine, он выдает сигналы запроса в подключенное к нему входное устройство регулирования в гидравлическом контуре. Таким образом, могут быть отключены целые этажи здания, которые в данное время не используются. Входные регуляторы

передают рассчитанные требования дальше на регуляторы генерации тепла и холода, что позволяет генерировать ровно столько энергии, сколько требуется для получения заданных условий в помещении.

Также существует возможность интеграции в системы третьих производителей. В гостинице, например, регулятор помещения можно подключить к системе резервирования номеров. В этом случае, автоматическое регулирование в помещении активируется только тогда, когда производится резервирование номера. В день поселения постояльца в гостинице, регулятор включается в режим «Автоматический». Когда же постоялец регистрируется в отеле, активируется «Комфортный» режим. При освобождении номера и отсутствии дальнейшего резервирования, в помещении может поддерживаться минимальное заданное значение регулируемого параметра.

За этим скрываются следующие два преимущества: комфорт для постояльца, т.к. при его поселении помещение идеально темперировано, и экономия для владельца отеля, т.к. помещения могут полностью отключаться при отсутствии резервирования, вместо того, чтобы все время поддерживать комфортный режим.

### Выводы

Сертификация eu.bac для регуляторов помещения обеспечивает выполнение условия, согласно которому продукты со знаком eu.bacCert, как минимум, соответствуют требованиям по энергетической эффективности, содержащимся в европейских стандартах. Общая энергетическая эффективность здания зависит, однако, от многих факторов. В сфере отопления и вентиляции сюда относятся: безотказно функционирующие временные программы, оптимизированные функции включения и отключения, зависящая от потребности подача энергии, корректные параметры регулирования, оптимальные параметры установки, корректная настройка гидравлического контура и многое другое. Все эти факторы существенно влияют на энергетическую эффективность системы.

Сертификация eu.bac дает проектировщику уверенность в максимальной энергетической эффективности продукта. Благодаря точности регулирования в пределах системы эти устройства обеспечивают существенную экономию энергии. Принимая во внимание вышеупомянутые факторы, опытный системный партнер может получить дальнейшую экономию.

Дальнейшую информацию по программе сертификации вы можете найти в Интернете по адресу [www.eubaccert.eu](http://www.eubaccert.eu). Дальнейшую информацию о CentralLine вы можете найти в Интернете по адресу [www.centralline.com](http://www.centralline.com). ●

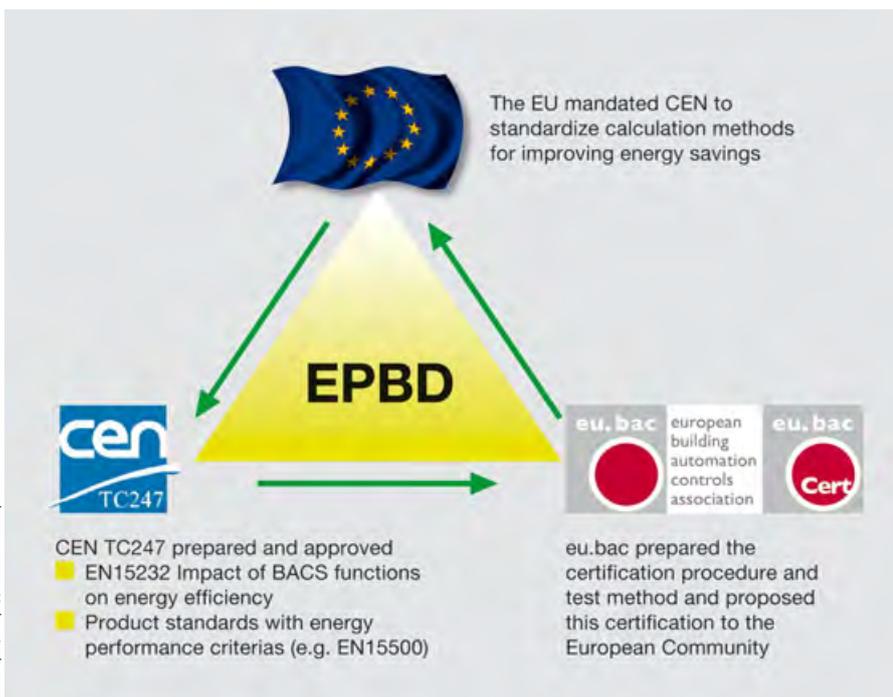


Иллюстрация предоставлена автором.

•• Рис. 2. Процесс сертификации

# КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ



**IX** МЕЖДУНАРОДНАЯ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ВЫСТАВКА  
ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

**31 мая -  
3 июня**  
**'11**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**



Организаторы:



Санкт-Петербург, пр. Ю. Гагарина, 8, СКК, м. "Парк Победы"

тел: +7 (812) 777-04-07, 718-35-37

gas2@orticon.com, www.farexpo.ru

Место проведения:

Выставочный комплекс «Ленэкспо»

Санкт-Петербург, Большой пр. В.О., 103

Генеральный информационный партнер:



# 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