

ЦИВИЛИЗАЦИЯ  
ТРЕБУЕТ  
ПРЕСНОЙ ВОДЫ

36

ПОВЫШЕНИЕ  
НАДЁЖНОСТИ  
ТЕПЛОСИСТЕМ ГОРОДОВ

56

ОПЫТ  
МОДЕРНИЗАЦИИ  
КОТЕЛЬНОЙ

52



№12 ДЕКАБРЬ 2015

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
ОТРАСЛЕВОЙ  
ЖУРНАЛ



САНТЕХНИКА

ОТОПЛЕНИЕ

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ



Сделано в России

Не пропустите  
презентацию на выставке  
Aqua-Therm Moscow 2016.  
Стенд «Терморос»  
А3111

# КОНВЕКТОР GEKON

внутрипольные и напольные модели

- ▶ Полный цикл производства в России
- ▶ Изготовлен с учетом опыта международных производств
- ▶ Разработан на основе безупречной 20-летней эксплуатации в России
- ▶ Широкий ряд моделей и типоразмеров



[www.gekon.pro](http://www.gekon.pro)

Официальный представитель



Группа компаний  
«Терморос»  
Тел. +7 (495) 785-55-00  
+7 (499) 500-00-01  
[www.termoros.com](http://www.termoros.com)

На правах рекламы.

20-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

бытового и промышленного оборудования  
для отопления, водоснабжения, инженерно-  
сантехнических систем, кондиционирования,  
вентиляции, бассейнов, саун и СПА



# aqua THERM

MOSCOW

2-5 февраля 2016

Крокус Экспо | Москва

[www.aquatherm-moscow.ru](http://www.aquatherm-moscow.ru)

Developed by:



Организаторы:



Специализированные разделы:



Специальный проект:



Реклама





*С Новым Годом,  
дорогие товарищи!*

*Ваша команда  
«Вайлант Групп Рус»*



РЕКЛАМА.

# Vaillant





### [Импортозамещение и локализация. Дискуссия экспертов](#)

В связи с санкциями, объявленными западными странами против Российской Федерации, обнажилась давняя проблема значительной зависимости России от поставок импортной продукции, в том числе промышленной. И ситуация с импортозамещением последней сложнее, чем в продуктовой сфере...

18



### [Производство ветрогенераторов — главный вызов рынка](#)

В декабре на ВВЦ в павильоне №55 «Электрификация» прошла VII Национальная конференция РАВИ «Производство ветрогенераторов — главный вызов рынка». Организаторами мероприятия выступили РАВИ и ОАО «Выставочный павильон «Электрификация». Медиаподдержку мероприятию оказал журнал С.О.К.

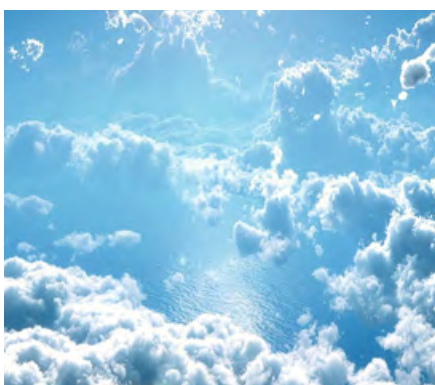
15



### [VI конференция МГСУ: теплогазоснабжение и вентиляция](#)

На прошедшей в НИУ МГСУ международной конференции основной тематикой стали вопросы энергосбережения, теоретические аспекты и перспективные направления научных исследований в области теплогазоснабжения и вентиляции (ТГВ) и результаты их практического применения в современных условиях

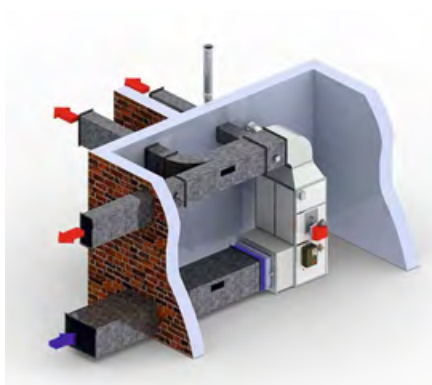
12



### [Автоматизация и настройка VRF-системы General Airstage V III](#)

В сегменте VRF-систем большое внимание уделяется обновлению системы автоматизации, от работы которой зависит стабильность и надёжность всей системы. Статья посвящена автоматическим функциям VRF General Airstage V III и возможностям тонкой настройки алгоритмов её работы на объекте.

66



### [Расчёт, подбор и анализ воздухонагревателей «онлайн»](#)

На примере наиболее распространённого в отопительно-вентиляционной технике оборудования — воздухонагревателя — показана целесообразность и оперативность проведения теплотехнических расчётов всей номенклатуры типоразмеров, выпускаемых изготовителем, рассмотрены прочие важные вопросы.

62



### [Перспективы беспроводных систем передачи энергии](#)

В ряде стран проводятся разработки систем беспроводной передачи энергии мощностью 10–106 кВт наземного и космического базирования для решения круга задач, в том числе стабилизации погоды и начала рынка «космического электричества» как альтернативы истощению традиционных энергоресурсов.

90



<b>Новости</b>	<b>4</b>
<b>Событие</b>	
<a href="#">Конференция МГСУ «Теоретические основы теплогасоснабжения и вентиляции» — продолжение добрых традиций</a>	<b>12</b>
<a href="#">VII Национальная конференция РАВИ «Производство ветрогенераторов — главный вызов рынка» завершена</a>	<b>15</b>
<b>Государство</b>	
<a href="#">Импортозамещение и локализация. Правильно ли мы понимаем стоящие задачи?</a>	<b>18</b>
<b>Сантехника</b>	
<a href="#">Grundfos: Россия — основной стратегический рынок</a>	<b>24</b>
<a href="#">Оптимизация размещений полимерных самотёчных водоотводящих трубопроводов со структурированной стенкой в земле</a>	<b>28</b>
<a href="#">Проблема нехватки пресной воды и пути её решения</a>	<b>36</b>
<b>Отопление</b>	
<a href="#">Конденсационные котлы в России: текущее состояние рынка и его перспективы</a>	<b>42</b>
<a href="#">Gekon. Новый шаг эволюции</a>	<b>44</b>
<a href="#">Оценка стратегического плана перевода систем теплоснабжения на закрытую схему</a>	<b>46</b>
<a href="#">Котлы SMART-TOK — умное решение для отопления квартиры и дома</a>	<b>50</b>
<a href="#">Большие возможности малой автоматизации</a>	<b>52</b>
<a href="#">Котельная EVOLUTION Visio — мощность от 57 до 270 кВт</a>	<b>54</b>
<a href="#">Повышение надёжности городских теплофикационных систем</a>	<b>56</b>
<a href="#">Wolf: подводим итоги года</a>	<b>59</b>
<a href="#">Как не надо проектировать тепловые пункты</a>	<b>60</b>
<a href="#">Расчёт, подбор и анализ воздухонагревателей «онлайн»</a>	<b>62</b>
<b>Кондиционирование</b>	
<a href="#">Система автоматизации и настройки VRF GENERAL Airstage V III</a>	<b>66</b>
<a href="#">Взрывобезопасные вентиляционные системы. Стандартизация в области услуг взрывобезопасности</a>	<b>70</b>
<a href="#">Системный подход в решении задач технологического процесса, обеспечивающего качество продукции</a>	<b>73</b>
<a href="#">Зависимость нагрузки на воздушную систему охлаждения помещения от его внутренней теплоустойчивости</a>	<b>76</b>
<a href="#">Свойства и нюансы использования хладагентов. Часть 2</a>	<b>78</b>
<b>Энергосбережение</b>	
<a href="#">Коэффициент замещения топлива в инсоляционных пассивных системах отопления</a>	<b>88</b>
<a href="#">Перспективы создания и использования беспроводных систем передачи энергии</a>	<b>90</b>

## Одной строкой

- ❖ Группа Bosch укрепляет позиции в сфере решений для «умного» дома. С 1 января 2016 года новая дочерняя компания Robert Bosch Smart Home GmbH взяла на себя все разработки в области интеллектуального дома, включая соответствующее программное обеспечение и системы датчиков.
- ❖ Компания Уроног представила промежуточный отчёт за период с января по сентябрь 2015 года. Чистый объем продаж Уроног вырос на 2,1% в сравнении с аналогичным периодом предыдущего года и достиг €788,8 млн, что позволяет судить о непрерывном росте. В третьем квартале 2015 года Уроног открыла собственный завод по производству пластиковых труб Ecosflex в Ленобласти.
- ❖ Минпромторг и АПРО готовят проект постановления Правительства РФ, предусматривающий дополнение единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, позициями «Радиаторы отопления и их секции» и «Конвекторы отопительные».
- ❖ Стратегия Дубая по чистой энергетике нацелена на получение за счёт ВИЭ 7% энергии города к 2020 году, 25% — к 2030-му и 75% — к 2050-му. Один только «Солнечный парк» Мохаммеда Бин Рашида Аль Мантума будет вырабатывать 5 ГВт к 2030 году.
- ❖ Министр энергетики России Александр Новак сообщил, что, по некоторым оценкам, запасы геотермальной энергии в России чрезвычайно велики, они в 10–15 раз превышают запасы органического топлива в стране.
- ❖ В Адыгее подготовлены три площадки для строительства ветропарков суммарной установленной мощностью 441 МВт. Реализация проектов позволит полностью покрыть дефицит мощностей в регионе и продавать излишки на оптовом рынке. Финансирование проектов обеспечивает «Атомэнергомаш».
- ❖ Международная водная ассоциация (IWA) приняла решение поддержать проведение ЭКВАТЭК'2016. В обращении Ассоциации к организаторам подчеркивается стратегическая важность проведения форума.
- ❖ Компания Armaflex совместно с главой города Лобня — Николаем Николаевичем Гречишниковым презентовали первую линию производства теплоизоляции из вспененного каучука Armaflex в России.
- ❖ Главный экономист одного из самых крупных форекс-брокеров мира Saxo Bank (Дания) Стин Якобсен заявил, что в будущем году на планете начнется бум «зеленой энергетики».



## Vaillant Group

# Шоу-рум Vaillant и Protherm в Волгоградской области



В декабре 2015 года в городе Михайловка открыт первый мультибрендовый шоу-рум Vaillant в Волгоградской области. Магазин-салон открылся на базе компании ООО «Кровельные Системы», партнёра российской дочки немецкого концерна Vaillant — ООО «Вайлант Групп Рус». Компания «Кровельные Системы» (невзирая на своё название) является одним из главных игроков на рынке отопительных и инженерных систем в Волгоградской области. В торговом зале покупатели могут увидеть самое популярное у потребителей оборудование Vaillant и Protherm. В магазине можно приобрести газовые или электрические котлы, водонагреватели, регуляторы, различные аксессуары. Шоу-рум стал первым местом в городе, где представлены инновационные солнечные коллекторы auroSTEP plus. Учитывая географическое положение Михайловки, солнечная энергия здесь — бесплатный источник тепла и горячей воды на протяжении семи-восьми месяцев в году. Денис Бачурин, региональный менеджер Vaillant по Южному федеральному округу, отметил большую значимость открытия шоу-рума в Михайловке, поблагодарил компанию «Кровельные Системы» за парт-

нёрство и подчеркнул, что партнёр Vaillant здесь является одним из лидеров на рынке отопительного оборудования. Директор салона Владимир Вымарев в свою очередь высказал благодарность концерну Vaillant за предоставленную честь представлять бренды Vaillant и Protherm в регионе, а также выразил уверенность, что именно в сотрудничестве с Vaillant его бизнес выйдет на новый качественный уровень.



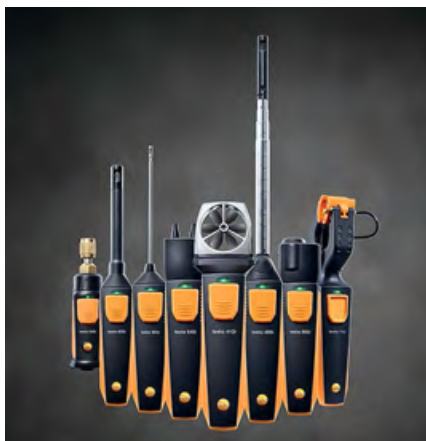
Не прошло и часа после открытия, как в шоу-руме состоялась первая продажа. Выбор клиента пал на напольный котёл Protherm «Волк». Следом был продан ещё один теплогенератор, и тоже Protherm — настенный котёл «Гепард». Открытие шоу-рума вызвало интерес у горожан, в том числе и самых юных. В то время, как родители консультировались с менеджерами, дети с радостью фотографировались с талисманом Vaillant — весёлым зайцем. Компания «Вайлант Групп Рус» от всей души желает своим партнёрам из компании «Кровельные Системы» хороших продаж и надеется, что шоу-рум Vaillant ещё больше повысит узнаваемость наших брендов в регионе.





## testo Smart Probes: умный подход к измерениям

Компания Testo AG расширила ассортимент цифровых измерительных решений новыми приборами testo Smart Probes. Это инновационное решение представляет собой серию компактных умных зондов для смартфона/планшета, управляемых через бесплатное мобильное приложение для установки на смартфоне/планшете. Линейка testo Smart Probes поможет в решении любых важных задач, требующих измерения температуры, влажности, давления и скорости потока воздуха. Специальные комплекты для работы с холодильными системами и системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха делают работу специалистов более удобной и эффективной, комплекты поставляются в компактном кейсе. В серию входят восемь компактных измерительных приборов, подключаемых к смартфону или планшету через Bluetooth, удобно



и интуитивно управляемых при помощи приложения. Несмотря на их компактный размер, testo Smart Probes снабжены передовыми, профессиональными сенсорами и подходят для измерения температуры, влажности, давления и скорости потока воздуха.

## Модель ALPHA3 с модулем связи



В ноябре 2015 года концерн Grundfos начал выпуск новой модели бытовых циркуляционных насосов ALPHA3. Благодаря модулю беспроводной связи Alpha Reader с возможностью передачи данных на мобильные устройства оборудование обеспечивает быструю и лёгкую гидравлическую балансировку систем отопления. Сочетание инновационных функций и износостойкой конструкции обеспечивает эффективную и надёжную работу даже самых сложных систем отопления. Новая модель насосов отличается от предшественников наличием модуля связи Alpha Reader. Он представляет собой считывающее устройство и поставляется в качестве принадлежности к новому насосу ALPHA3. Данные от оборудования передаются по оптическому каналу связи

на Alpha Reader для последующей отправки на телефон или планшет. С помощью приложения Grundfos GO Balance монтажник выполняет гидравлическую балансировку радиаторной системы всего в четыре шага. Весь процесс занимает всего один час. Новинка Grundfos обладает преимуществами, характерными для всей линейки насосов серии ALPHA: подшипники и вал насоса выполнены из керамики, улучшенные пусковые характеристики, встроенная защита по сухому ходу с автоматическим перезапуском, летний режим и функция AUTOADAPT. Всё это значительно увеличивает срок службы оборудования. Индекс энергоэффективности новой модели ALPHA3 составляет 0,15, что делает оборудование самым энергосберегающим циркуляционным насосом в своём классе. ALPHA3 анализирует эксплуатационный режим и автоматически регулирует выходную мощность, при низком расходе понижая её до 3 Вт, что обеспечивает до 87% экономии электроэнергии по сравнению с аналогами. Несмотря на техническую оснащённость и конструктивные особенности, насос ALPHA3 отличается простотой в эксплуатации. Обновлённый ALPHA-штекер, функция автоматической настройки AUTOADAPT и интуитивно понятный пользовательский интерфейс позволяют легко установить и запустить насос в любой отопительной системе.



## Газовые котлы Navien SMART-TOK: первые шаги на российском рынке

Компания Navien, занимающаяся производством газовых котлов, в 2015 году расширила линейку своей продукции и запустила в продажу на российский рынок новый инновационный продукт — двухконтурный котёл SMART-TOK. SMART-TOK — это первый котёл, контролируемый с помощью смартфона. Для этого достаточно установить приложение SMART-TOK на ваш смартфон. Новая модель котла SMART-TOK совмещает в себе проверенное качество и надёжность корейских котлов и инновационную функцию Smart. Данная технология позволяет осуществлять дистанционное управление системой отопления. Кроме того, с помощью функции Smart котлы позволяют регулировать желаемую температуру удалённо с помощью Wi-Fi-соединения через Интернет. Также можно задать ряд голосовых инструкций, с помощью которых можно легко управлять работой котла.

## Революционный теплоноситель от Kilfrost

Компания Kilfrost запустила в производство жидкость, которую считают безопасной и обладающей высокой теплоёмкостью при пониженной вязкости. Последняя характеристика призвана повысить эффективность холодильных систем, в которых будет использован новый теплоноситель. В компании утверждают, что установщикам чиллеров средней мощности и другого холодильного оборудования больше не придётся выбирать между эффективностью и токсичностью жидкостей.

«Бош Термотехника»

## Новый напольный газовый конденсационный котёл Logano GB102 (S)

Buderus представляет новинку — бытовой напольный газовый конденсационный котёл Buderus Logano GB102 (S). Модельный ряд представлен мощностями 16, 30 и 42 кВт. В базовой конфигурации котёл оснащён современной автоматикой BC20 стандарта EMS Plus с возможностью расширения функционала за счёт дополнительных модулей.



Следует отметить, что уже в стандартной комплектации автоматика позволяет регулировать насосами на отопление, ГВС и рециркуляцию ГВС. Опциональное подключение датчика наружной температуры даёт возможность управлять котлом в погодозависимом режиме.

Особенностью котла являются его небольшие размеры (400×600 мм) и вес (52–54 кг), что позволяет с лёгкостью разместить его даже в небольшой котельной. Два варианта поставки — Regular и System — обеспечивают гибкий подход при выборе необходимой конфигурации. Версия System оснащена электронным циркуляционным насосом и узлом для подключения переключающего вентиля, что даёт возможность быстро и без лишних затрат подключить котёл к водонагревателю ГВС.

Начало продаж Buderus Logano GB102 (S) — январь 2016 года.

KSB

## Центробежный насос Comeo от KSB



В середине этого года концерн KSB (город Франкенталь, Германия) дополнил свою производственную программу новым компактным центробежным насосом серии Comeo. Насосы этой серии применяются в системах водоснабжения, небольших установках повышения давления и даже в промышленности (рабочее давление до 10 бар). Они также могут использоваться в системах водоподготовки. Исполнение из нержавеющей стали в соответствии с европейскими пище-

выми нормами позволяет применять насосы Comeo C для перекачивания питьевой воды. Цельнолитые всасывающий и напорный патрубки выполняются из нержавеющей стали 1.4308 (для моделей Comeo C) или серого чугуна JL1040 (для Comeo G). В зависимости от обеспечиваемого давления насосные агрегаты бывают двух-, четырёх- или шестиступенчатыми. Прочная конструкция моноблока воспринимает внешние нагрузки трубопровода и позволяет установить агрегаты даже в условиях ограниченного монтажного пространства. Возможно оснащение однофазным двигателем для напряжения питания 230 В или трёхфазным двигателем на 400 В. Потребляемая мощность от 0,37 до 2,2 кВт. Возможно исполнение для частоты 60 Гц. Диапазон рабочих температур от –15 до +55 °С. Благодаря исполнению вала, подшипников, резьбовых соединений и механических уплотнений в соответствии со стандартом EN 12756, насосные агрегаты рассчитаны на длительный срок эксплуатации и могут применяться в промышленности.

Danfoss

## Цифровой электропривод NovoCon



Компания «Данфосс» выпустила уникальный цифровой электропривод NovoCon. Цифровой электропривод NovoCon является революционным решением в области гидравлической балансировки и регулирования в любых типах зданий. Он подключает системы отопления и холодоснабжения к системе дистанционного управления зданиями (BMS) и добавляет новые возможности гидравлической увяз-

ки и контроля установленных параметров. Новейший электропривод NovoCon работает на цифровом сигнале. Он понимает и исполняет сложные команды на языке протокола связи, а не на привычном аналоговом (0–10 В). При возникновении ошибок в работе систем тепло- и холодоснабжения здания привод NovoCon способен диагностировать их основные причины дистанционно. Он также даёт возможность устранить завоздушивание или засор в системе удалённо, без привлечения специалистов на проблемный участок. Достаточно отправить цифровую команду определённому приводу, чтобы тот выполнил необходимые действия. Данная функция позволяет значительно уменьшить количество сервисных выездов. Цифровой электропривод спроектирован для работы с комбинированным клапаном AB-QM, объединяющим особые гидравлические характеристики и автоматизацию функционирования HVAC-систем зданий. Совместное применение данных типов оборудования даёт непосредственный доступ к инновационным технологиям, предоставляя пользователю полноценный контроль над отоплением, вентиляцией и кондиционированием.



## «Вотер Инжиниринг»

### В РФ налажена сборка противонакипных устройств WS



Стоимость устройства более чем в два раза ниже, а эффективность на 17–20% выше, чем у аналога иностранного производства. Также, в отличие от аналога, устройство оснащено блоком самодиагностики. Для монтажа и контроля работы устройства WS не нужно специальное диагностическое оборудование — это удобно как для монтажных и сервисных организаций, так и для заказчика. Высокая эффективность устройства достигнута за счёт применения нового способа обработки

воды, улучшенной конструкции и применения самых современных материалов. Поступили первые отзывы о работе нового противонакипного устройства. В одном из них сказано: «...в течение трёх месяцев на трубчатом теплообменнике ГВС новых солевых отложений не обнаружено». В том же отзыве упоминается, что «...ранее сужение (порой полное перекрытие сечения) трубок наблюдалось уже через месяц». Противонакипные устройства WS применяются для предотвращения образования накипи и отложений в трубах, котлах, бойлерах, теплообменниках и другом оборудовании.

## ГК «Костер»

### Отопительные котлы Partnër



Отопительные котлы Partnër быстро и уверенно заняли свою нишу в сегменте универсальных (по виду топлива) отопительных котлов. К новому сезону появятся анонсированные нами ранее газовые и пеллетные автоматические горелки, специально разработанные для установки на котлы Partnër. Особенностью наших горелок является оптимальный набор базовых функций и дополнительных опций, позволяющий предлагать покупателю максимум возможностей по весьма и весьма конкурентной цене.

Кроме того, линейку универсальных отопительных котлов Partnër пополняют новые модификации твердотопливных котлов длительного горения. Эта ниша в последнее время становится всё более востребована, поэтому перспективы продаж новых котлов выглядят как вполне успешные, тем более что конструкция котлов Partnër изначально разрабатывалась для того чтобы обеспечить в топке максимально развитый полезный объём.

## Компания АДЛ

### Реле для защиты двигателя АДЛ Grancontrol OCR15



Компания АДЛ сообщила о расширении линейки оборудования Grancontrol и представила новинку — твердотельное электронное реле Grancontrol OCR15 для защиты электродвигателей от перегрузки по току. Применение новых реле рекомендуется для обеспечения защиты машин с повышенным моментом нагрузки, а также устройств, обладающих большой инерцией или имеющих высокую вероятность заклинивания в установившемся режиме работы. Данные реле могут быть использованы для обеспечения

защиты двигателя при затянутом пуске или частых включениях, а также для обеспечения защиты механической части промышленной установки. Grancontrol OCR15 имеют два настраиваемых диапазона времени: D-Time — время задержки срабатывания при пуске электродвигателя; O-Time — время задержки срабатывания при возникновении перегрузки (максимально допустимое время задержки отключения электродвигателя при возникновении перегрузки в установившемся режиме).

# WOLF

## ОТОПИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ИЗ ГЕРМАНИИ



телефон горячей линии  
(бесплатно):  
8 - 800 - 100 - 21 - 21

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



## Обогреватели SIABS на российском рынке

SIABS представила уличные обогреватели с современным дизайном, отвечающие самым высоким стандартам безопасности. Обогреватели SIABS запатентованы и производятся в Италии по эксклюзивным технологиям. Газовые уличные обогреватели SIABS успешно сочетают в себе уникальные конструкторские решения и элегантный итальянский дизайн, являясь не просто эффективным инструментом создания тёплой и уютной атмосферы в прохладное время, но и неповторимым элементом интерьера. Обогреватели SIABS украсят собой любое мероприятие на открытом воздухе, обеспечат высокий уровень обслуживания клиентов при минимальном объёме инвестиций. Обогреватель с живым пламенем в защищённой стеклянной колбе. Инновационный дизайн, с ручным или с автоматическим дистанционным управлением. Регулировка мощности. LED-подсветка корпуса. Цвет панелей: белый, чёрный, стальной.

## Каждую крышу в Дубае оборудуют ФВ-панелями

Вице-президент премьер-министр ОАЭ и эмир Дубая шейх Мохаммед Бин Рашид объявил программу развития чистой энергии на ближайшие 15 лет. В соответствии с новой программой не позднее 2030 года планируется установить на каждой крыше страны солнечные (ФВ) панели. Стратегия развития отрасли ВИЭ разработана до 2050 года, и в рамках этой стратегии планируется превратить Объединённые Арабские Эмираты в эпицентр развития мировой «зелёной» энергетики.

## Danfoss

### Cloud-Control упростит автоматизацию производства

В рамках выставки ENES '2015 компания «Данфосс» впервые в России представила решение для удалённого управления преобразователями частоты. Облачная система Cloud-Control создана в российском центре разработок компании для удалённого управления и мониторинга работы частотных преобразователей VLT. Её применение позволяет оперативно реагировать на нештатные и аварийные ситуации, минимизировать потери от простоя оборудования на производствах непрерывного цикла и при этом обходиться без присутствия квалифицированного персонала непосредственно у оборудования, осуществляя управление приводами удалённо. С помощью подобных решений можно строить полностью автоматические производственные комплексы, управляемые дистанционно. Cloud-Control позволяет управлять конвейерным оборудованием, насосными станциями, лифтами, кранами и другими грузоподъёмными механизмами, холодильными и воздушными компрессорами, системами вентиляции и кондиционирования и т.д. Как объясняют представители компании, технология облачного управления позволяет предупредить простои и выходы из строя

оборудования, оперативно реагировать на возникающие в процессе эксплуатации проблемы и решать их удалённо. Результатом является экономия времени и средств, которая на производствах непрерывного цикла может измеряться миллионами рублей ежемесячно.



## Ridgid

### Сантехническая спираль Ridgid K-1



Компания Ridgid представила на российском рынке комбинированную сантехническую спираль K-1. Это универсальное решение для быстрой ликвидации засоров в писсуарах и стоках душевых. В зависимости от текущих задач инструмент позволяет использовать ручной или электрический привод. Комбинированная спираль Ridgid K-1 предназначена для применения в самых активно используемых туалетах и душевых: в образовательных, медицинских и спортивных учреждениях, в торгово-развлекательных центрах, на вокзалах и аэропортах. K-1 — это компактный инструмент весом 2,3 кг, способ-

ный работать с трубами диаметром до 50 мм. В зависимости от тяжести и характера засора, а также расположения стока, оператор может использовать рукоять ручного привода либо быстро подключить электрическую дрель или шуруповёрт. Прочистной трос длиной 1,2 м и диаметром 10 мм венчает C-образный резак, который идеально подходит для удаления сложных засоров, вызванных минеральными отложениями и скоплениями бытового мусора. Выдвижная телескопическая конструкция инструмента даёт возможность прямо в процессе работы регулировать активную длину троса.



Dyson

## Тепловентиляторы Dyson AM09 Hot + Cool: совершенство технологии



Одна из причин низкой эффективности многих тепловентиляторов — слабый поток воздуха. Вместо того, чтобы равномерно наполнять теплом всё помещение, воздух движется крайне медленно, и его основная масса направляется к потолку, оставляя большую часть помещения не обогретой. Чтобы быстрее согреться, приходится располагаться в непосредственной близости к устройству. В технических характеристиках многих тепловентиляторов также заявлена функция охлаждения, но и на ней сказывается проблема слабого воздушного потока: зачастую в жаркую погоду вы просто не можете в полной мере насладиться заветной прохладой. Инженеры Dyson задались целью создать тепловентилятор, лишённый основных недостатков и учитывающий индивидуальные предпочтения пользователей. Dyson AM09 Hot + Cool способен в кратчайшие сроки равномерно наполнить теплом всё помещение или подарить желанную прохладу, а для целенаправленного обогрева или охлаждения необходимо только направить поток воздуха в заданное место. Выбрать наиболее комфортный режим можно нажатием одной кнопки.

Roda

## Новый универсальный напольный твердотопливный котёл



В линейке оборудования Roda появился новый универсальный напольный твердотопливный котёл с чугунным теплообменником Brenner Classic BCR. В модельном ряду восемь котлов мощностью от 13 до 58 кВт. В качестве топлива используют дрова и уголь, а в качестве дополнительного топлива при определённых условиях можно использовать древесную щепу, стружку, опилки, древесные гранулы или брикеты. Также к котлам Brenner Classic BCR есть возможность подключения пеллетной, газовой или дизельной горелки, что позволяет превратить эти твердотопливные котлы в универсальные, работающие практически на всех видах топлива! Котлы Brenner Classic BCR имеют КПД до 80% и могут автоматически поддерживать необходимую температуру теплоносителя с помощью термостатического регулирования горения.

Электротранспорт

## Беспшлинный ввоз электромобилей будет продлён

Власти решили не менять пошлины на ввоз электрокаров в РФ до конца следующего года. Это решение было принято комиссией по экономическому развитию и интеграции. К тому же, такая же ставка сохранится во всех странах Евразийского союза (в частности, Казахстане и Киргизии). Стоит отметить, что за прошедшие десять месяцев в стране реализовали лишь 89 электрокаров (согласно данным аналитиков), тогда как в США и Китае их продано почти 200 тыс. По сравнению с прошедшим годом показатель продаж электромобилей сократился на 41%. В плане популярности на рынке РФ выделился электрокар Tesla Model S (51 продажа за указанный период). Стоимость модели оценивается примерно в \$100 тыс. Её максимальная скорость составляет около 250 км/ч, а разгон до 100 км/ч занимает около 3,5 с. В то же время, находящаяся на втором месте рейтинга El Lada демонстрирует более скромные результаты (14 продаж за рассматриваемый период). Нельзя не отметить тот факт, что на данный момент в стране официально реализуют лишь электромобили Mitsubishi i-MiEV. Они оцениваются минимум в 999 тыс. рублей. Компания также отдала два этих электрокара департаменту транспорта. Кстати, на данный момент в стране разрабатывают новые требования к электрокарам, а также гибридам. Этим занимаются сотрудники Минпромторга. А испытания будут проходить в НАМИ (автомобильный институт). Требования опубликуют в 2016 году.

Eco heat



Ваше спокойствие без забот.

КОМФОРТ С ГОРЯЧЕЙ ВОДОЙ. ГАЗОВЫЕ КОЛОНКИ GORENJE.



**gorenje**

**Бескомпромиссная безопасность**

**Уникальные инновационные технологии** газ-контроля

**Надёжность эксплуатации** в любом регионе России

**100% защита** от перепада давления воды всегда и везде

ООО «Горенье БТ», центр поддержки пользователей: 8 800 700 05 15



www.gorenje.ru



## Радиуправляемая автоматика Henco для тёплых полов

Для системы тёплых полов компанией Henco разработана радиуправляемая автоматика, которая применяется в основном при реконструкции тёплых полов в здании или при новом строительстве — когда уже сделана чистовая отделка помещений и нет возможности прокладки электрических проводов для обычной электроавтоматики. Радиуправление состоит из управляющего блока с антенной и радиомодуля (UFH-Zone-R), термоприводов (UFH-ACT230-NC2) и комнатных радиотермостатов (UFH-Therm-RD). Управляющий блок с антенной подключается к обычной электросети 220 В и предназначен для управления термоприводами, установленными на коллекторе тёплого пола по радиосигналу от комнатных радиотермостатов. Для приёма радиосигнала он снабжён антенной, которую желательно устанавливать рядом с управляющим блоком вертикально. Управляющий блок принимает радиосигналы от комнатных радиотермостатов на расстоянии до 50 м в здании и 180 м на открытой местности.



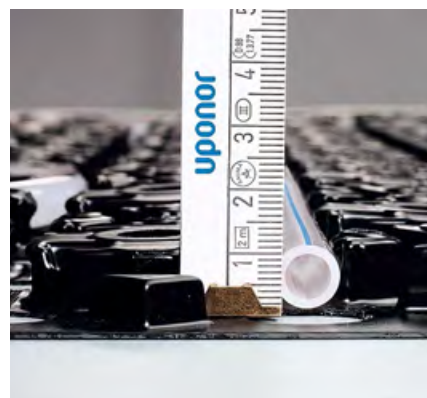
## Uponor

### Uponor Smatrix Retrofit – для тёплого пола



Компания Uponor представила новинку — исполнительный механизм Uponor Smatrix Retrofit, позволяющий усовершенствовать систему смонтированных ранее водяных тёплых полов, осуществив установку беспроводной системы управления Uponor. Исполнительный механизм Smatrix Retrofit подходит для 80% коллекторов, представленных на российском рынке. Комплект оборудования состоит из исполнительного механизма и трёх различных переходников-адаптеров, которые используются для подключения к различным коллекторам. При установке беспроводной системы управления Uponor

не требуется тянуть провода, поэтому монтаж можно произвести максимально быстро и без проведения ремонтных строительных работ. Уникальной особенностью беспроводной системы автоматизации Uponor является наличие встроенной функции «автоматическая балансировка», которая работает по принципу циклической подачи теплоносителя индивидуально в каждое помещение, что обеспечивает максимальный тепловой комфорт. Самообучающаяся система постоянно оптимизирует свою работу, идеально подстраиваясь под внешние факторы в помещении.



## Альтернативная энергетика

### Сочи – ветровой потенциал на выставке ARWIE '2016

ОАО «Выставочный павильон «Электрификация» совместно с Российской ассоциацией ветроиндустрии (РАВИ) приняли решение о проведении VIII Национальной конференции РАВИ в Сочи и организации тематической выставки «All-Russian Wind Industry Expo — ARWIE '2016». Бурное развитие ветровой генерации, подкреплённое изменениями в законодательстве, требует площадки, на которой можно было бы представить достижения отечественных предприятий и научных организаций. Выставка пройдёт при поддержке Министерства энергетики Российской Федерации. Главная цель выставки ARWIE — предоставить площадку для обмена идеями, знаниями и практическим опытом по приоритетным направлениям развития ветроиндустрии. Участниками выставки станут представители науки, экспертного сообщества, компаний-производителей оборудования. Они обсудят результаты передовых российских и международных исследований, разработок в области ветрогенерации и лучшие практики по применению энергии ветра. Выставка пройдёт



в декабре 2016 года в Сочи. Экспозиция общей площадью 700 м<sup>2</sup> будет располагаться на площади перед отелем Radisson Blue Resort & Congress Centre в специально возведённом шатре. Основная часть выставочной экспозиции будет посвящена компонентам систем ветроэнергетики. Это позволит показать возможности локализации производства таких систем в нашей стране и продемонстрировать уже состоявшиеся технические решения и достижения в этой области.



## Электротранспорт

### Электромобилизация Подмосковья

«Россети» и Министерство энергетики Московской области объявили о начале совместного проекта по развитию электротранспорта и зарядной инфраструктуры в Подмосковье. Совместный проект предусматривает разработку «дорожной карты» зарядных станций до 2018 года, разработку комплекса стимулирующих мер для существующих и потенциальных пользователей, включая корпоративные парки, установку зарядных станций в местах, где они будут наиболее востребованы, а также организацию единого коммерческого оператора для всей зарядной сети. Опыт пилотного проекта «МОЭСК-EV» показал, что реализация столь сложного инновационного проекта наибольшую эффективность даёт при согласованных действиях энергетиков и местных властей, и поэтому задача сегодня — реализовать в Московской области все лучшие практики, которые путём проб и ошибок были наработаны в Москве. В следующем году планируется установить в области первичную сеть из десяти зарядных станций и по потребности увеличивать их количество.

## Tesla

### Приём предзаказов на Model X



Компания Tesla начала приём предзаказов на новые кроссоверы Model X, продажа которых начнётся в 2016 году. Как и в случае с седаном Model S, кроссовер Model X будет предлагаться в трёх различных версиях. При этом стоимость базовой версии 70D будет начинаться от \$80 тыс. (5 233 600 рублей по нынешнему курсу), без учёта различных налоговых сборов. Запаса хода батарей версии 70D будет хватать на 355 км. Максимальная скорость этой версии кроссовера будет ограничена 225 км/ч. Версия Model X с индексом 90D предложит запас хода 413 км (от одного заряда батареи) и максимальную скорость в 250 км/ч. Запас хода версии P90D (самая первая версия Model X, которая поступит в продажу в начале 2016 года) будет составлять 403 км, однако с нуля до сотни автомобиль будет разгоняться за 3,8 с (при обновлении прошивки до версии Ludicrous эта цифра будет составлять уже 3,2 с).

## Альтернативная энергетика

### Международный геотермальный альянс

О создании Международного геотермального альянса (Global Geothermal Alliance) было объявлено на Всемирной конференции ООН по вопросам изменения климата 36 государств. Как отмечается в заявлении организации, ассоциация призвана содействовать сотрудничеству между странами в сфере изучения и использования геотермальной энергии. По данным альянса, геотермальными ресурсами располагают 90 стран в мире, однако только 24 государства используют их, что составляет 6% от потенциала этого вида энергетики или 12 ГВт в год. Участники сообщества намерены к 2030 году в пять раз увеличить мировую выработку геотермальной электроэнергии и в два раза — тепловой энергии, полученной из геотермальных источников.



В альянс входят как страны, ещё не приступившие к применению геотермальных технологий, так и государства, давно использующие их. Европейских стран в нём четыре — Франция, Исландия, Польша и Швейцария. Также в него входит Турция. Среди стран Африки — Египет, Кения, Уганда, Зимбабве и ряд других. Среди государств Латинской Америки — Боливия, Колумбия, Коста-Рика, Эквадор, Сальвадор, Гватемала, Гондурас, Мексика, Никарагуа, Перу.

# MAGNA

## ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ КОТЛЫ



15-100  
кВт

линейка  
МОЩНОСТИ

до 57 часов



работа на  
одной закладке

ZOTA  
GSM

модуль GSM

ЗАВОД ОТОПИТЕЛЬНОЙ  
ТЕХНИКИ И АВТОМАТИКИ

Красноярск, ул. Калинина, 53А  
(391)247-77-77  
www.zota.ru

СОБЫТИЕ



## Конференция «Теоретические основы тепло- газоснабжения и вентиляции» — продолжение добрых традиций

23–25 ноября 2015 года в Национальном исследовательском Московском государственном строительном университете (НИУ МГСУ) состоялась шестая международная научно-техническая конференция «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции», которая в этот раз была посвящена 70-летию Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов.

Автор: О.Д. САМАРИН,  
доцент, к.т.н. (НИУ МГСУ)

Мероприятие традиционно проходило в стенах МИСИ-МГСУ на Ярославском шоссе. Основной тематикой, как и прежде, стали вопросы энергосбережения, теоретические аспекты и перспективные направления научных исследований в области теплогазоснабжения и вентиляции (ТГВ) и результаты их практического применения в современных условиях. В конференции приняли участие преподаватели, специалисты, а также студенты, аспиранты и докторанты из вузов, научно-исследовательских, проектных и производственных организаций РФ, стран ближнего и дальнего зарубежья. В первый день было проведено расширенное пленарное заседание, посвящённое 70-летию победы над фашизмом и некоторым общим вопросам науки ТГВ, а также ряд неформальных встреч.

Ещё одной важной особенностью конференции, как и ранее, стала строго научная направленность абсолютно всех представленных докладов. К этому немало усилий приложил научный и организационный комитет. К началу конференции издательством НИУ МГСУ был выпущен сборник докладов, высокое качество оформления которого и тщательное редактирование материалов так же было

**Основной тематикой, как и прежде, стали вопросы энергосбережения, теоретические аспекты и перспективные направления научных исследований в области теплогазоснабжения и вентиляции (ТГВ) и результаты их практического применения в современных условиях**

обеспечено научным комитетом. Доклады традиционно публиковались бесплатно. Для рецензирования и редактирования принимались материалы с высокой степенью теоретической проработки, богатой доказательной базой, большим практическим значением. Это были основные и единственные критерии для отбора докладов к публикации.

Информационную поддержку конференции оказывали журналы С.О.К., «Новости теплоснабжения», «Инженерные системы», «Энергосбережение и водоподготовка», «Полимергаз», «Светопрозрачные конструкции», информационно-издательский центр «Современные строительные конструкции», «Водоснабжение и санитарная техника».





**Ещё одной важной особенностью конференции, как и ранее, стала строго научная направленность абсолютно всех представленных докладов. К этому немало усилий приложил научный и организационный комитет конференции**

На пленарном заседании выступил заведующий кафедрой отопления и вентиляции (ОиВ) ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», главный научный сотрудник НИИСФ РААСН, профессор, д.т.н., член-корреспондент РААСН В.Г. Гагарин с сообщением о нормировании тепловой защиты зданий в странах с холодным климатом.

Кроме того, первый заместитель генерального директора Института проблем энергетики, профессор, д.т.н. Б.И. Нигматулин представил обширный доклад под названием «Великая Отечественная война. Битва экономик СССР и Германии».

Б.А. Крупнов, профессор кафедры отопления и вентиляции, к.т.н., также посвятил своё сообщение 70-летию Победы над фашистской Германией и памяти сотрудников МИСИ — участников Великой Отечественной войны 1941–1945 годов и тружеников тыла.

Особенностью нынешнего форума являлось привлечение к выступлению на пленарном заседании иностранных коллег из Харбинского политехнического университета (КНР) — профессора Цзян Ицяна, декана факультета ТГВ, и про-



фессора Лю Цзина, заместителя директора института инженерной экологии, доклады которых были посвящены соответственно состоянию и перспективам энергосбережения и исследованию микроклимата в зданиях Китая. Далее в течение трёх дней работа конференции была организована в формате четырёх тематических секций — строительной теплофизики, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, теплогенерирующих установок, теплоснабжения и газоснабжения, а также высшего образования по профилю ТГВ.

Среди секционных докладов можно отметить, в частности, выступление на

секции «Строительная теплофизика» доцента, к.т.н. С.В. Корниенко (ВолГАСУ, Волгоград) об определении плоскости конденсации влаги в ограждении, а также обширное сообщение профессора, д.т.н. В.И. Бодрова (ННГАСУ, Нижний Новгород) на секции «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», посвящённое вопросу об уточнении расчётной мощности систем отопления. Кроме того, заслуживает внимания доклад профессора, к.т.н. В.А. Жилы (НИУ МГСУ) на секции «Теплогенерирующие установки, теплоснабжение и газоснабжение» на тему «Перспективы развития систем газораспределения в Российской Федерации».







Кратчайшим путём к достижению поставленных целей является постоянное совершенствование технологии проектирования, расчёта, производства и монтажа инженерных и технологических систем применяемых в современном строительстве. Немалый вклад в этот процесс делается вузами, научно-исследовательскими и производственными организациями, действующими во всех регионах РФ. Поэтому так важно на постоянной основе формировать площадку для обмена передовыми мнениями и идеями всех заинтересованных участников отрасли

Состоявшаяся конференция — уже шестая по счёту. Она является юбилейной, поскольку прошло ровно десять лет с момента, когда в 2005 году было организовано первое такое мероприятие. Таким образом, рассматриваемый форум является продолжением уже устоявшейся традиции проведения академических чтений в области ТГВ, регулярно каждые два года устраиваемых на базе ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ». Проблема обеспечения комфортных условий в повседневной жизни и деятельности человека была и остаётся одной из важнейших составляющих сохранения и развития человеческого потенциала страны. Одновременно с этим перед учёными и инженерами стоит задача сокращения энергозатрат и оптимизации стоимости возводимых зданий и сооружений, повышения экологической безопасности и функциональной эффективности объектов строительства.



Кратчайшим путём к достижению поставленных целей является постоянное совершенствование технологии проектирования, расчёта, производства и монтажа инженерных и технологических систем применяемых в современном строительстве. Немалый вклад в этот процесс делается вузами, научно-исследовательскими и производственными организациями, действующими во всех регионах Российской Федерации и за рубежом.

Именно поэтому так важно на постоянной основе формировать площадку для обмена передовыми мнениями и идеями всех заинтересованных участников отрасли, а также зарубежных коллег, работающих в данной сфере.

А такой площадкой все эти годы была и остаётся ноябрьская конференция в МГСУ-МИСИ. ●





## VII Национальная конференция РАВИ «Производство ветрогенераторов – главный вызов рынка» завершена

3 декабря 2015 года на ВВЦ в павильоне №55 «Электрификация» прошла VII Национальная конференция РАВИ «Производство ветрогенераторов — главный вызов рынка». Организаторами мероприятия выступили Российская ассоциация ветроиндустрии (РАВИ) и ОАО «Выставочный павильон «Электрификация». Медиаподдержку конференции оказал журнал С.О.К.

В конференции приняли участие около 70 профессионалов — представителей компаний: «Фурлендер Виндтехнолоджи», ОАО «Выставочный павильон «Электрификация», ООО «Русский Ветер», АНО ДПО «Крымский центр подготовки верхолазов», W2E Wind to Energy GmbH, ОАО «Кировский завод», Aerodyn Energiesysteme GmbH, ОАО «Пензхиммаш», ОАО «Силовые машины», ОАО ТКЗ «Красный Котельщик», ООО «Маммут Рус», Iskra Zaščite, Центра экономического моделирования экологии и энергетики ИПЭИ РАНХиГС, ООО «Тольяттинский трансформатор», ОАО «Тяжмаш» и других компаний и предприятий, развивающих ветроэнергетический рынок России.

### Время действовать

Участников мероприятия поприветствовал президент РАВИ И.М. Брызгунов и обозначил как основные направления развития Российской ассоциации ветроиндустрии, так и своё видение развития ветроэнергетического рынка России.

Он подчеркнул, что в настоящее время отечественная энергетическая отрасль переживает «потепление» в сегменте ВИЭ, явным признаком которого стали документы, выпущенные Правительством России и официальные выступления ключевых высокопоставленных лиц на

центральной выставочно-конференционной площадке, ориентированной на обсуждение вопросов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности и поддерживаемой Правительством РФ — ENES'2015.

Напомним, что недавно Правительство РФ утвердило ряд мер по поддержке проектов с использованием ВИЭ. В первую очередь эти меры направлены на снижение валютных и кредитных рисков и сохранение доходности по таким проектам. Правительственным распоряжением от 10 ноября №2279-р внесены соответствующие изменения в «Основные направления госполитики в сфере повышения энергоэффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2024 года» (утверждены распоряжением Правительства от 8 января 2009 года №1-р). На 2015 год распространяется коэффициент локализации генерирующего оборудования для генерирующих объектов, функционирующих на основе энергии ветра, в размере 25%.

Премьер-министр РФ Дмитрий Медведев поручил своему заместителю Аркадию Дворковичу курировать в Правительстве тему возобновляемых источников энергии и определить ведомство, ответственное за этот вопрос.



✪ В. В. Затынайко



✪ И. М. Брызгунов

### Локализация

Важным аспектом прошедшей конференции стал разработанный РАВИ план локализации производства ветроэнергетических установок на ближайшие годы. Жизнеспособность и прорывной характер данного начинания был подтверждён в ходе мероприятия выступлениями спикеров — представителей производственных предприятий, а также компаний, оказывающих услуги, сопутствующие созданию ветропарков. Важность появления плана локализации трудно переоценить. В этом документе покомпонентно отмечены российские промышленные предприятия, способные и, что особенно важно, намеревающиеся производить или уже производящие отдельные узлы и агрегаты ветрогенераторов мультимегаваттного класса.

В список заводов входят ОАО «Тяжмаш», ОАО «Силовые машины», ОАО «Пензхиммаш» и десятки других российских промышленных предприятий.

По сути — это перечень поставщиков для производителей ветрогенераторов.

### РАВИ: реорганизация

Руководство ассоциации объявило о кардинальных изменениях в структуре руководства РАВИ, которое, в свою очередь, послужит делу повышения эффективности организации, а значит — ускорению выполнения планов по развитию отечественного ветроэнергетического рынка. С этой целью в ассоциации (при непосредственном участии членов РАВИ) будет создана новая модель управления, с решающей ролью членов ассоциации. В этой модели общее собрание членов ассоциации выбирает членов правления ассоциации, которое, в свою очередь, выбирает председателя правления, полномочия которого, как и правления ассоциации, длятся пять лет. При этом должность президента, как устаревшая и не соответствующая современному законодательству, упраздняется.



❖ П. П. Безруких

### ARWIE '2016

Серьёзность курса, взятого РАВИ на популяризацию и «живую» работу с участниками российского рынка ветроиндустрии, подчеркнуло озвученное организаторами VII Национальной конференции РАВИ «Производство ветрогенераторов — главный вызов рынка» решение о проведении VIII Национальной тематической выставки «All-Russian Wind Industry Expo — ARWIE '2016». Такое решение было принято неспроста — бурное развитие ветровой генерации, подкреплённое изменениями в законодательстве, требует площадки, на которой можно было бы представить достижения отечественных предприятий и научных организаций. Выставка пройдёт при поддержке Министерства энергетики Российской Федерации.

Главная цель выставки ARWIE — предоставить площадку для обмена идеями, знаниями и практическим опытом по приоритетным направлениям развития ветроиндустрии. Участниками выставки станут представители науки, экспертного сообщества, компаний-производителей оборудования. Они обсудят результаты передовых российских и международных исследований, разработок в области ветрогенерации и лучшие практики по применению энергии ветра.

Генеральный директор ОАО «Выставочный павильон «Электрификация» Владимир Затынайко сказал, что при подготовке предложения о новой выставке был изучен опыт проведения Выставки ветровой энергетики WindEnergy Hamburg в Германии и Международной выставки возобновляемой (ветровой) энергетики в Китае GZWEE'2015. Он подчеркнул: «Согласно карте ветрового и солнечного потенциала Сочи находит-



❖ За столом — В. В. Елистратов, заместитель председателя НТС РАВИ



❖ В. А. Сидорович, генеральный директор НИИ ЭТС, эксперт рынка ВИЭ



ся в весьма привилегированном месте. Выставка, развиваясь, будет иметь весьма мощную уличную экспозицию. У производителей оборудования появится возможность демонстрировать своё оборудование в реальных условиях».

Выставка пройдёт в декабре 2016 года в Сочи. Экспозиция общей площадью 700 м<sup>2</sup> будет располагаться на площади перед отелем Radisson Blu Resort & Congress Centre в специально возведённом шатре. Основная часть выставочной экспозиции будет посвящена компонентам систем ветроэнергетики. Это позволит показать возможности локализации производства таких систем в нашей стране и продемонстрировать уже состоявшиеся технические решения и достижения в этой области.



●● И. М. Брызгунов и В. В. Затынайко

### Предложения к решениям конференции

Результатом VII Национальной конференции РАВИ «Производство ветрогенераторов — главный вызов рынка» стали предложения к решениям данного мероприятия, подготовленные П.П. Безруких, председателем НТС РАВИ, академиком-секретарём секции «Энергетика» Российской инженерной академии, председателем Комитета ВИЭ Российского союза научных и инженерных общественных объединений.

В частности, в постановляющей части предложений отмечено, что, учитывая опыт развития ветроэнергетики Китая, Индии, Испании и других стран, вступивших на путь интенсивного развития ветроэнергетики на 15–20 лет позднее других стран и вошедших в десятку первых стран мира по установленной мощности ВЭУ (а Китай стал первой страной в десятке), конференция считает трансферт передовых ветроэнергетических техно-



логий единственно правильным путём развития ветроэнергетики России, имея в виду также необходимость постепенного увеличения импортозамещения и перехода к конструкции ВЭУ отечественного производства.

Кроме того, в документе сказано, что в становлении ветроэнергетики России ключевым моментом является установление государственного заказа (государственных целей) по объёму ввода мощности ВЭУ к 2020 и 2025 годам, а также констатируется — установленный постановлением распоряжением Правительством РФ от 28.07.2015 №1472-р объём ввода 3,6 ГВт к 2024 году конференция считает недостаточным.

По мнению участников конференции, оптимальным объёмом производства и ввода ВЭУ, при котором обеспечивается экономическая эффективность индустрии в целом, является для России цифра порядка 1 ГВт в год. Существующие подзаконные акты по стимулированию

использования ВИЭ требуется проанализировать, с тем, чтобы убрать препятствия на пути расширения использования ВИЭ и в том числе ветроэнергетики. Особенно необходимо пересмотреть требование банковской гарантии, являющееся главным препятствием участия в конкурсах фирм, не обладающих большим свободным капиталом.

Проанализировав возможности предприятий РФ, принявшие участие в конференции профессионалы решили, что при соответствующем объёме заказов предприятия России уже сейчас имеют технологические возможности обеспечения локализации в объёме 65% и увеличении объёма до 80–85% в перспективе.

По единому мнению специалистов, назрела необходимость в законодательном порядке решить вопрос и о снижении таможенной пошлины на комплектующие изделия ВЭУ, которые на первом этапе (ближайшие пять лет) не могут производиться в России. ●





## Импорт- замещение и локализация. Правильно ли мы понимаем стоящие задачи?

В связи с санкциями, объявленными западными странами против Российской Федерации, обнажилась давно существовавшая проблема значительной зависимости России от поставок в страну по импорту как промышленной, так и сельскохозяйственной продукции.

### Импортозамещение

Оказалось, что такая огромная и не слишком густонаселённая страна, как Россия, не в состоянии в полной мере обеспечить собственную продуктовую безопасность. На решение этой проблемы в настоящее время направлены первоочередные усилия руководства страны. И в этой области уже есть первые осязаемые успехи. Это очень хорошо. И понятно, почему уже видны первые результаты — с одной стороны, период времени, необходимый для получения результатов в этой сфере, относительно короток, а, с другой стороны, органам власти не очень сложно установить, что именно фактически является отечественной продукцией (то есть что по факту выращено на территории страны), и затем пресечь поставку в страну сельхозпродукции, попавшей под ответные ограничительные меры.

Это реально стимулирует отечественного производителя сельхозпродукции, создавая условия для развития агропромышленного комплекса.

Ситуация в области промышленной продукции сложнее. Во-первых, промышленная продукция не попала в список товаров, в отношении которых введены ответные ограничительные меры.

Во-вторых, большинство западных фирм пытаются не только сохранить объёмы продаж в России своей продукции, не запрещённой к поставке в нашу страну западными санкциями, но и нарастить эти объёмы. В этой связи нельзя не отметить, что в основном это фирмы из стран, которые не только ввели против России санкции, но и наиболее активно ратуют за их продление и ужесточение. При этом в рамках санкций эти страны за-

**Ситуация с импортозамещением в области российской промышленной продукции сложнее, чем в продуктовой сфере. Во-первых, промышленная продукция не попала в список товаров, в отношении которых введены ответные ограничительные меры. Во-вторых, большинство западных фирм пытаются не только сохранить объёмы продаж в России своей продукции, не запрещённой к поставке в нашу страну западными санкциями, но и даже нарастить их**



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



прещают поставку в Россию продукции, порой критически нужной нашей стране, и одновременно всячески поддерживают поставку промышленной продукции, которая не является действительно необходимой. Для обеспечения таких поставок широко применяются приёмы бутафорского импортозамещения, то есть товары, полностью произведённые за рубежом, в разобранном виде (часто и в почти полностью собранном) поставляются в Россию под видом комплектующих, запасных частей или ремонтных деталей, а на территории России эти изделия вновь собираются воедино и маркируются как продукция, произведённая в России (порой к этим товарам у нас изготавливают какие-нибудь несложные второстепенные детали).

В итоге большое число российских фирм, ранее всячески подчёркивавших то, что они предлагают импортную, западную продукцию, в одночасье стали отечественными производителями.

Надо отметить, что, не умаляя огромного значения импортозамещения в области сельхозпродукции, столь же большое значение для безопасности страны имеет реальное импортозамещение в промышленном секторе. Ведь отсутствие собственных машин и механизмов обрекает страну на технологическую отсталость и перманентную зависимость от соответствующих поставок по импорту.



В предыдущем предложении ключевым словом является слово «собственных», то есть не только собранных или даже произведённых в нашей стране, но и разработанных здесь же.

Ситуация, когда современная продукция не проходит весь цикл создания в стране, чрезвычайно опасна тем, что страна теряет научно-технический потенциал, то есть способность разрабатывать новые технические решения, и тем самым по определению закрепляет за собой роль вечно догоняющего.

Причём если для сельхозпродукции импортозамещение, вероятно, может являться целевым назначением, а именно: надо выращивать своё, в достаточном объёме и на требуемом качественном уровне (естественно, речь идёт о тех видах сельхозпродукции, которые соответствуют климатическим особенностям и географическому положению страны), то для промышленной продукции ограничиваться задачей обеспечить достаточное импортозамещение, наверное, будет не очень правильно.

## МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

**Ф. И. АНДРОНОВ, технический директор компании «ВЕЗА»:**

— Автору удалось очень простыми и понятными словами показать проблему необходимого и фиктивного импортозамещения. Крайне важно, что реальных запретов со стороны РФ на поставки, например, климатического оборудования из ЕС до сих пор не введено, при этом таможенная пошлина составляет 0%. По вопросу локализации полностью согласиться с автором нельзя, потому что только так можно получить реальную технологическую независимость, создать конкуренцию и ввести более высокие стандарты качества. Необходимо ввести правила, фактически запрещающие ввоз различных видов оборудования в РФ и принуждающие инвестировать в создание локализованных «не отвёрточных» производств в стране, благодаря чему мы уже имеем качественные и недорогие автомобили, тепловое и электрооборудование. Специально для автора из Севастополя напомню, что турбины для новой Крымской ТЭЦ произведены на совместном предприя-

тии ООО «Сименс технологии газовых турбин» (65% — Siemens, 35% — ОАО «Силловые машины») в России вопреки всяким санкциям ЕС, так как завод расположен в Санкт-Петербурге, а не в Евросоюзе. Большинство крупных фирм из ЕС и США (Ingersoll-Rand, Copeland, LeroySommer, Schneider, EBM-Papst и пр.) оставляют за собой право прекратить поставки без всяких компенсаций и разорвать договор поставок, если получателями оборудования являются российские нефтегазовые компании, военные и энергетические проекты или Крым и Севастополь (фактически — главные федеральные проекты). Нам нужны реальные производства полного цикла на территории РФ, а не торговля или «отвёрточная» технология, и, конечно, поддержка таких компаний на федеральном, а не региональном уровне. Классическим примером импортозамещения является появление производства российских центральных кондиционеров на базе построенного немецкой фирмой завода в наукограде Фрязино. Технологии, купленные «МинЭлектроПромом» более 25 лет

назад в СССР, актуальны и сегодня, а их развитие поддерживается выходцами из «ВНИИ Кондиционер» и ЦАГИ, также воспитаны новые молодые специалисты по современным вентиляторам, теплообменникам и кондиционерам. Только благодаря изучению и замещению импортных изделий для атомных и нефтегазовых проектов появились собственные разработки воздушных и специальных клапанов, не уступающие фирмам Trox, Halton, Actionair. Появление новых типов оборудования — дымовых люков, компактных и мощных тепловых завес, моноблочных крышных вентиляционных установок, агрегатированных внутри вентиляционных систем холодильных блоков с тепловым насосом — всё это разнообразие появилось только благодаря импортозамещению настоящим российским производством. Образцом протекционистской политики является «Газпром-Комплектация», прямо запрещающая применение импорта при наличии российского производителя.

Думается, что слово «импортозамещение», столь актуальное на сегодня, должно соседствовать со словом «конкурентоспособность», постепенно уступая место последнему. Ведь обеспечение импортозамещения в области промышленной продукции означает выпуск машин и механизмов на уровне (а порой — хотя бы почти на уровне) иностранных аналогов. Однако то, что представляется приемлемым для сельхозпродукции — качество не хуже мировых аналогов (а по объективным причинам качество выращиваемой в мире сельхозпродукции в большинстве случаев не может постоянно расти) — может оказаться не вполне подходящим для промышленной продукции. Ведь научно-технический прогресс не стоит на месте, более того, в настоящее время он весьма динамичен. И если мы обеспечим на сегодня полноценное импортозамещение в области промышленной продукции, то не факт, что на завтра эта наша продукция по-прежнему будет соответствовать новым разработкам зарубежных аналогов. В результате будет вновь и вновь возникать вопрос о целесообразности закупки импортной про-

мышленной продукции. Именно поэтому важно ориентироваться не только на импортозамещение, но на конкурентоспособность, так как импортозамещение вообще-то можно обеспечить, не занимаясь вопросами развития собственного научно-технического задела, чего никак нельзя сказать про конкурентоспособность. Именно конкурентоспособность создаёт предпосылки для того, чтобы в любой момент времени выпускаемая продукция была вполне импортозамещающей.

### Локализация

К сожалению, всё чаще употребляемое в последние годы слово «локализация» далеко не всегда играет ту положительную роль, которая ему отводится.

В стране всё чаще приходится сталкиваться с желанием обеспечить локализацию перспективных производств в тех или иных регионах России, при том что такое производство уже существует в другом регионе. При этом региональные власти устанавливают ощутимые преференции для продукции, выпуск которой локализован в данном регионе. Учитывая, что такая практика присуща

**Научно-технический прогресс в настоящее время весьма динамичен. Если мы на сегодня обеспечим полноценное импортозамещение в области промышленной продукции, то далеко не факт, что и на завтра наша продукция по-прежнему будет соответствовать новым зарубежным аналогам**

в основном наиболее технологически развитым и финансово благополучным регионам, активное развитие этой практики в рамках страны может принести вреда больше, чем пользы. С одной стороны, осуществляется оттягивание из других, более слабых регионов, перспективных производств, которые могли бы оказать этим регионам так необходимую им помощь. С другой стороны, те регионы, где в итоге будут сконцентрированы такие производства, станут центрами притяжения для людских ресурсов, обедняя этим оставшиеся регионы.

Но есть ещё один вид локализации, на котором хотелось бы остановиться от-

## МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

**Д. Б. ЕРЁМЕНКО, генеральный директор ООО «Трубы Хобас»:**

— Программа импортозамещения в сегодняшнем виде — удаление с российского рынка иностранных конкурентов под предлогом создания условий для развития. Цели декларируются самые благие. На деле это не более чем передел рынка, сопровождающийся ростом цен и падением качества предложения.

Сколько постановлений не издавай и модных слов не говори, а всё происходит в соответствии с основными законами макроэкономики — спроса и предложения. Анализ можно строить только рационально — выбирая предложения по соотношению цены и качества.

Если предположить, что до объявленного курса на импортозамещение покупатели и заказчики были одурманены и зомбированы и только после слов Дмитрия Анатольевича «узрели истину», то нас ждёт великий прорыв. Но, если и раньше все вели себя рационально и прагматично, то по сравнению с «дореформенным» состоянием рынка теперь приходится платить больше, брать товар хуже, или и то, и другое вместе.

Предложение не появляется из воздуха — для восполнения образовавшегося дефицита требуется покрыть издержки, связанные с перераспределением или на-

ращиванием объёмов производства. Если мандарины где-то растут, то их уже кому-то собираются продать. Чтобы их перекупить, надо предложить лучшие условия. Зачем производителю снижать цены или поднимать качество, если с рынка выгнали основных конкурентов — из спортивного интереса или страха, что разоблачат и накажут?

Оплачивает все эти эксперименты из своего кармана главный человек в экономике — покупатель. Теоретически он получит то же предложение «цена/качество» только тогда, когда конкуренция на нашем рынке достигнет того же уровня, что была до «великого прорыва». Для достижения этой цели мы должны умудриться заместить или перенести к себе турецкую и китайскую лёгкую промышленность, европейское или южнокорейское машиностроение и далее по списку.

Вы это серьёзно?! Локализацией производства и защитой внутренних рынков занимаются все без исключения, но никто не пытается сделать это примитивными запретами без всякого анализа неизбежных потерь для экономики и планирования, которое не даст этим потерям стать безвозвратными.

О какой конкурентоспособности можно рассуждать, если для начала предлагается эту конкуренцию устранить как явление? Если

целью ставится развитие промышленного производства, то надо начинать с вопроса: почему всё-таки отечественная продукция изначально проигрывала в условиях конкуренции? Для ответа не годятся теории о враждебном картельном сговоре, подтверждаемые только «надуванием щёк» и неясными угрозами «проверить, выявить и наказать».

Для начала надо как раз поучиться у тех, кому мы сейчас так явно проигрываем. Может, вся наша национальная специфика заключается в бесконечном обсуждении и написании правил, ни одно из которых не выполняется по существу? Громкие рапорты о масштабных проверках, выявивших до 40% суррогатного бензина, то ли 80%, то ли 25% «непонятного» сыра и внезапной смертельной опасности, исходящей от латвийских шпрот или голландских срезанных цветов, — доказательство эффективности проверок или отсутствия полноценной системы регулирования?

Чтобы победить, надо сначала признать, что проиграл, и понять почему, а не искать оправдания и виноватых. Конечно, исправлять свои ошибки скучно. Лучше давайте ещё кого-нибудь выгоним и поделим то, что останется!



## МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

**Г. В. БИРЮКОВА, генеральный директор завода «Грундфос Истра»:**

— Автор пишет: *«Надо отметить, что, не умаляя огромного значения импортозамещения в области сельхозпродукции, столь же большое значение для безопасности страны имеет реальное импортозамещение в промышленном секторе. Ведь отсутствие собственных машин и механизмов обрекает страну на технологическую отсталость и перманентную зависимость от соответствующих поставок по импорту. В предыдущем предложении ключевым словом является слово “собственных”, то есть не только собранных или даже произведённых в нашей стране, но и разработанных здесь же.*

*Ситуация, когда современная продукция не проходит весь цикл создания в стране, чрезвычайно опасна тем, что страна теряет научно-технический потенциал, то есть способность разрабатывать новые технические решения, и тем самым по определению закрепляет за собой роль вечно догоняющего».*

Хотелось бы добавить к этим рассуждениям следующее: полный цикл создания продукта включает в себя не только определённый технологический процесс производства оборудования, но и наличие квалифицированных инженерных ресурсов, качественных локальных компонентов, эффективных производственных процессов, адекватного контроля качества.

Зачастую ключевые элементы такого интегрированного подхода выпадают, и в результате продукция становится неконкурентоспособной.

дельно. Это реальная локализация в РФ производств по выпуску продукции западными фирмами. Помня о легендарном «троянском коне», представляется, что этим видом локализации необходимо пользоваться чрезвычайно осторожно и предварительно всё обдумав и предусмотрев. Иначе от такой локализации пользы будет меньше, чем вреда.

Что имеется в виду? Здесь имеется в виду уже не бутафорское импортозамещение, а создание западными фирмами в России действительно реально работающих производств, выпускающих профильную продукцию. На первый взгляд, такой подход западных фирм надо бы только приветствовать. Однако в этом скрыто немало и негативных черт.

**Во-первых**, такое предприятие на совершенно законных основаниях получаемую прибыль может выводить в страну, резидентом которой является головная фирма. И эти деньги уже будут обеспечивать решение социальных задач не в нашей стране, а за рубежом.

## МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

**А. Б. БОРТКЕВИЧ, генеральный директор компании «Электротест Инжиниринг»**

— Автор поднимает большую тему, и по существу поставленного вопроса я с ним совершенно согласен. Да и как можно быть не согласным с простым утверждением — тот, кто пытается скопировать чужую продукцию (произвести «аналог») всегда будет в роли догоняющего, а значит, всегда отставать. В СССР уже был лозунг: «Догоним и перегоним Америку». И все мы знаем, что догнать не получилось, а вот перегнать — получилось, правда, только в тех областях, где мы делали своё. Америка и по сей день покупает у нас ракетные двигатели, которые были разработаны почти полвека назад и производятся до сих пор. И таких примеров немало. Но и провалов в отечественном производстве — не счесть.

Мне, как представителю компании-производителя и разработчика высокотехнологичного оборудования, близок первый вывод автора. Очень хочется ощутить поддержку, или, прямо скажем, протекционизм в области госполитики по импортозамещению для отечественных инновационных компаний. Я знаю много таких компаний даже в нашей узкой области. Но проблема гораздо глубже, чем кажется на первый взгляд. Руководящие структуры страны просто не готовы видеть, что в России есть потенциал для развития конкурентных промышленных производств и технологий, а не только для производства «аналогов».

Приведу пример из личного опыта. Но для начала немного информации о нашей компании. Мы разрабатываем и производим приборы автоматизации для управления микроклиматом: вентиляцией, отоплением и кондиционированием. Продукция защищена несколькими патентами, и «аналогов» в мире нет. На профильных выставках наши зарубежные «партнёры» вьются около нашего стенда и подглядывают (а порой и нагло копируют) наши идеи.

Итак. Летом 2015 года на мою почту пришло письмо от уполномоченной государственной структуры, курирующей экономическое развитие. В письме была просьба заполнить анкету, чтобы войти в государственную программу по импортозамещению. Я обрадовался: так, значит, это не пустые слова — дело-то делается! С радостью открыл анкету и стал заполнять. С каждым пунктом моё восторженное настроение стало исчезать.

Привожу вопросы и мои ответы (точно не помню, даю близко к тексту). «Область работы вашей компании» и прочее — пропускаю.

Далее:

**В:** *Продукцию какой компании вы выбираете в качестве прототипа?*

**О:** *Никакой.*

**В:** *Сколько лет вам надо для разработки российского аналога?*

**О:** *Нисколько.*

**В:** *Какой объём средств вам нужен для разработки аналога?*

**О:** *Никакой.*

**В:** *Какие источники средств вы предполагаете привлечь?*

**О:** *Никакие.*

И так далее. Разговор «слепого с глухим». И нигде нет даже места вставить ответ на один простой вопрос: *«Опишите, что вы делаете конкурентоспособного с экспортным потенциалом?»* Хочется возопить: *«Страна! Не надо заикливаться только на прямом импортозамещении. Не надо слепо преклоняться перед импортом. Необходимо развивать производство и технологии, в которых наш потенциал выше. Оценить, составить список, реестр того, что необходимо поддерживать и выводить на мировой рынок».*

Мой вывод, в дополнение к первому выводу автора.

Необходимо создать в нашей стране орган и/или структуру, совершенно объективную и независимую от любого лоббирования, для выявления и оценки конкурентоспособности отечественных производителей, с приоритетом для отечественных разработок.

Оценка этого органа должна служить не только «знаком качества» отечественной продукции, но и автоматически давать ей преимущества перед импортной продукцией во всех тендерах на территории России. И, конечно, в продвижении на экспорт.

**Представляется целесообразным в рамках совершенно необходимых усилий по импортозамещению особо поддерживать технологии и продукцию, обладающие конкурентоспособностью и имеющие экспортный потенциал**

**Во-вторых**, в том числе на эти деньги головная фирма ведёт перспективные научно-технические разработки, обеспечивая сохранение за ней лидирующих позиций в соответствующем сегменте техники. То есть наша страна сама спонсирует собственное технологическое отставание.

**В-третьих**, научно-технический задел и результаты перспективных исследований аккумулируются в соответствующих структурных подразделениях головной фирмы, которая определяет продукцию какого уровня разработки поставить на производство в России — предыдущего уровня, уже снятого с производства в головной фирме, или текущего, серийно выпускаемого в головной фирме. Но практически никогда это не является продукцией «первого эшелона», к постановке на производство которого только приступает головная фирма.

И, в-четвертых, никогда нельзя быть уверенным в завтрашнем дне такого локализованного производства. Даже в том случае, когда локализация производства достигает больших значений. Головная фирма может в любой момент принять

решение о сворачивании производства. И тогда на существующих производственных площадях можно будет, и то в самом лучшем случае, выпускать продукцию, которая уже была поставлена здесь ранее на производство. Но нельзя исключить и значительно более тяжёлый вариант развития событий. Наиболее ярким примером такого достаточно драматического развития может служить ситуация с заводом General Motors в Санкт-Петербурге, когда головная фирма решила (в унисон вводимым санкциям) остановить там производство автомобилей. В итоге большое количество россиян потеряли работу, а регион потерял значительные финансовые поступления, при том что одновременно региону пришлось в срочном порядке решать социальные задачи, а рынок махом лишился одного из видов продукции.

**Выводы**

**1.** Представляется исключительно целесообразным в рамках совершенно необходимых усилий по импортозамещению особо поддерживать технологии и продукцию, обладающие конкурентоспособностью и имеющие экспортный потенциал (что одновременно и автоматически обеспечивает решение задачи по импортозамещению).

**2.** Внутри страны следует прекратить практику регионального протекционизма по отношению к продукции, производство которой локализовано в данном регионе. Внутри страны мерами протек-



ционизма должны пользоваться в равной мере все отечественные товары, при обязательном условии не только их выпуска, но и разработки на территории страны.

**3.** При развёртывании в стране производств, принадлежащих целиком или в значительной мере иностранным фирмам, необходимо очень скрупулёзно относиться к формулированию условий их деятельности на территории России. При этом если говорить только о технической стороне таких условий, обязательными должны быть условия полноценного участия соответствующих подразделений российской «дочки» в научно-технических разработках головной фирмы, включая участие российских инженерно-технических сотрудников «дочки» в работе научно-технических советов или аналогичных структур, осуществляющих анализ выполняемых научно-исследовательских работ и обсуждение перспективных направлений. Ограничиваться только тем, что российская «дочка» является разработчиком и держателем российских ТУ (технических условий) нельзя, так как это чистой воды самообман. ●

**МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА**

**А. В. МИРЗОЯН, заместитель генерального директора ООО «Специальные системы и технологии»:**

— Трудно не согласиться с мнением автора о необходимости государственной поддержки российских технологий и промышленной продукции, которые конкурентоспособны на глобальном рынке. Только такая продукция может обеспечить замещение импортных аналогов. Преференции для российских промышленников могут стать эффективным инструментом импортозамещения, при условии, что отечественная продукция сопоставима по цене и качеству с зарубежными аналогами или превосходит их по этим показателям.

Ещё одним драйвером развития отечественных технологий должны стать отраслевые и корпоративные программы импортозамещения. Сырьевые и инфраструктурные корпорации, размещая заказы у российских производителей, стимулируют их технологическое развитие и научно-ис-

следовательскую деятельность. Считаю, что, помимо продукции, произведённой в России, заказчики должны получить от отечественных производителей качественное и ответственное сервисное сопровождение.

Группа компаний «Специальные системы и технологии» является крупнейшим отечественным производителем нагревательных кабелей для систем электрообогрева. В соответствии с Планом мероприятий по импортозамещению в отрасли энергетического машиностроения, кабельной и электротехнической промышленности Российской Федерации, утверждённым Приказом Минпромторга Российской Федерации от 31 марта 2015 года №653, мы должны обеспечить к 2020 году удвоение доли отечественных специальных кабелей для систем электрического обогрева для химической, атомной и нефтегазовой промышленности.

В то время, как мы решаем задачу замещения импортной продукции, на российском рынке стали появляться компании, выдающие себя за отечественных производителей. Подобные случаи приводят к тому, что под видом российских систем на промышленные объекты поставляются изделия, произведённые в США, в странах Евросоюза, в Южной Корее и в Китае. Очевидно, что поставки такого рода никак не связаны с реальным импортозамещением. Скрытые поставки зарубежной продукции имеют все признаки недобросовестной конкуренции и наносят прямой вред российским производителям, которые не получают заказы на продукцию, аналогичную импортной. Мы считаем, что государство должно ужесточить контроль отнесения сертифицируемых товаров к категории «отечественная продукция».



# ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ – ОСНОВНАЯ СТРАТЕГИЯ



с 1995 года

www.veza.ru | +7 (495) 223-01-88/92

## ПРОДУКЦИЯ ИНОСТРАННЫХ БРЕНДОВ

### Центральные кондиционеры, АНУ

Rosenberg (Германия)  
VTS (Польша): серия VENTUS VS 21...65  
SWEGON (Швеция): серия Silver  
Systemair (Швеция): DANVENT DV  
YORK (США): серия YMA(S)  
Ремак (Чехия): серия AeroMaster XP  
Amalwa (Литва): серии Verso, Klasik

ВЕРОСА®-300  
ВЕРОСА®-500  
ВЕРОСА®-700



### Компактные установки с рекуперацией тепла

SWEGON (Швеция): серия GOLD  
Systemair (Швеция): серия TOPVEX  
Rosenberg (Германия): серия SupraBox DELUXE  
Amalwa (Литва): серия DOMEKT REGO

AeroStart  
AeroSmart



### Подвесные установки

VTS (Польша): серия VENTUS VS 10...15  
Rosenberg (Германия): серия AIRBOX  
Ремак (Чехия): серия AeroMaster FP  
Systemair (Швеция): серия MAXI  
Amalwa (Литва): серия КОМПАКТ

AirMate



### Установки для БАССЕЙНОВ

DANTHERM (Дания): серия DanX  
FRIVENT (Австрия): серии DEH, DPH  
Clima GOLD (Польша): серия OPTIMA  
MENERGA (Германия)

АКВАРИС



### Крышные приточно-вытяжные агрегаты

HOVAL (Австрия): серия Roofvent  
FRIVENT (Австрия): серия DWR

БОКС



### Холодильное оборудование

CLIVET (Италия)  
TRANE (США)  
YORK (США)  
CARRIER (США)  
AERMEC (Италия)  
LENOX (США)  
CLINT (Италия)

МАРК, МАКК  
МАВО.К, МАВО.Д  
КРАБ  
ВКИ  
А-РЕОН  
АКВА-МАКК



### Люки дымоудаления

KERAPLAST (Финляндия)  
MERCOR (Польша)  
REWA (Польша)

Люк Дымоудаления ЛС  
Люк Дымоудаления ЛК



### Противопожарные клапаны (в том числе морское исполнение!)

Systemair (Швеция): PKIR-EI90S, PKIREI120S, DKIS-GOST  
Amalwa (Литва): UVA90M, DVSM2  
TROX (Германия): FKRS-EU  
Halton (Финляндия): FDL

КПУ®-1Н, КПУ®-2Н, КПД-4  
Гермик®-ДУ  
НЕРПА®-КП



### Канальное оборудование

Ostberg (Швеция): серия SAU, CK, IRE  
Ремак (Чехия): серия VENTO, RPH  
Systemair (Швеция): серия SAVE, KVKE, K  
Amalwa (Литва): серия КОМПАКТ REGO  
Ruck (Германия): серия ISOT, RL, KVT  
Soler&Palau (Испания): серия TD-SILENT, VENT

КАНАЛ



### Воздушные завесы

Ремак (Чехия): C1-E1-100  
FRICO (Швеция): AD200  
Systemair (Швеция): DANVENT DV, PBD3  
Aerotek (Швеция): «Aerotek» Basic Series

AeroWall  
AeroGuard  
AeroBlast, AeroBlast-K



### Отопительные агрегаты

Euroheat (Польша): Volcano  
Rosenberg (Германия)  
WOLF (Германия): Geisenfeld

АВО®  
АВО®-К





## Grundfos: Россия — основной стратегический рынок

Представляем нашим читателям эксклюзивное интервью с генеральным директором «Грундфос Истра» Галиной Васильевной БИРЮКОВОЙ. В ходе беседы с главным редактором журнала С.О.К. Александром Гудко руководитель российского завода концерна Grundfos рассказала о достижениях предприятия, его оборудовании, системе управления производством и качеством, о работе с кадрами, а также поделилась планами развития предприятия.

**:: 26 мая 2015 года исполнилось десять лет со дня запуска российского завода Grundfos. За время своего присутствия в России концерном было вложено сто миллионов евро. Объём инвестиций в «Грундфос Истра» составил 80 миллионов евро. Каких успехов позволили добиться привлечённые финансы?**

Г.Б.: Десять лет — это значительный срок для развития бизнеса, и можно с уверенностью сказать, что решение построить завод в России было очень правильным и своевременным шагом со стороны руководства концерна. Мы пришли на рынок гораздо раньше многих других инвесторов, а очевидно, что наличие собственного производства даёт существенные конкурентные преимущества, в том числе гибкость, возможность адаптации, разработки и производства продукции под нужды потребителей, оптимизации затрат и сроков поставки, постоянный и гарантированный доступ к нашей продукции и сервисному обслуживанию.

Наличие завода в России — это и значительный вклад в развитие и укрепление бренда компании, и существенный фактор уверенности и стабильности для наших партнёров.

Что касается успехов, только за последние два года с момента ввода завода в эксплуатацию мы увеличили наш оборот вдвое, ибо завод стал хорошей опорой для дальнейшего развития.

Мы начали производство с одной линии, сейчас на заводе восемь производственных линий и, соответственно, увеличивается доля продукции, произведённой на заводе, в общем объёме продаж. 30 процентов оборота в России приходится на товары, произведённые на нашем предприятии.

В числе безусловных успехов десятилетней работы — формирование надёжной и дееспособной команды. Это важный, сложный и длительный процесс. Это не только тщательный подбор сотрудников, имеющих необходимые профессиональные навыки и опыт, но также и их способность работать в одной коман-

де, разделяющей общие корпоративные ценности и интересы. Это постоянный и последовательный процесс развития, важнейшим элементом которого является непрерывная обратная связь. Сегодня я могу с гордостью сказать, что наши сотрудники — это основной залог успеха на рынке.



**:: Галина Васильевна БИРЮКОВА, генеральный директор ООО «Грундфос Истра»**

**:: Наверняка значительная часть финансов пошла на оснащение производственных сборочных линий. Как вы охарактеризуете оборудование завода, кто его поставляет и каковы его возможности?**

Г.Б.: Первые производственные линии были поставлены из Дании, как и испытательное оборудование, в дальнейшем линии были модернизированы, что позволило увеличить ассортимент выпускаемой продукции.

По мере расширения производства закупалось новое, подчас эксклюзивное оборудование для оснащения линий. Например, в 2009 году, когда открылся участок производства коллекторов, было приобретено уникальное финское оборудование для экструзивной вытяжки определённых частей коллектора. Это обеспечивает гладкость внутренних сопряже-



ний и предотвращает развитие бактерий в ходе эксплуатации, а также снижает потери на местные гидравлические сопротивления.

В нашем арсенале много новейшего технологического оборудования, например, станок полуавтоматической аргоно-дуговой сварки, оборудование лазерной резки японских производителей, швейцарское оборудование для производства жгутов или комплектов проводов для шкафов управления.

Благодаря такому оборудованию доля ручного труда сокращается на 30–50 процентов, и это позволяет значительно снизить время сборки изделий и количество людей на линиях.

Отдельно хочется отметить наши испытательные стенды. Они разработаны



:: Галина Бирюкова и Александр Гудко, главный редактор журнала С.О.К.



успешно интегрирует все элементы производственного цикла. К таким элементам относится оборудование, о котором мы уже говорили, производственные процессы, которые неуклонно соблюдаются на всех этапах производства, обученные высококлассные специалисты, способные справиться с любыми задачами. Основой нашего производства являются процессы и стандарты, которые в идеале едины для всех заводов концерна. С первых дней нашего существования мы целенаправленно внедряли стандарты Grundfos в наш производственный процесс и доказали рынку, что качество продукции, произведённой в России, не хуже, а зачастую лучше, чем на других предприятиях. Для такой оценки существуют объективные показатели качества, которые можно сравнить с другими заводами.

и произведены в технологическом центре концерна в Дании и позволяют не только производить испытания продукции, но и хранить информацию об испытаниях в электронном архиве в Дании и в случае необходимости поднять и проанализировать нужную информацию.

**:: Достижение значимых успехов было бы невозможно без чётко налаженного производства, в том числе системы управления им. В чём заключаются особенности управления производством компании «Грундфос Истра»? Кроме того, успешное развитие на высококонкурентном рынке, особенно на сегодняшнем нестабильном, обеспечивается только при наличии совершенной системы качества. Как устроена система качества завода «Грундфос Истра»? Г.Б.:** Да, вы правы, хорошо отлаженное производство — это система, которая





Кроме того, у нас полностью внедрена система управления качеством. В 2007 году мы получили сертификат соответствия международному стандарту ИСО 9001. У нас используется принцип встроенного качества, другими словами, наша цель — ноль дефектов на всех этапах производства, начиная от разработки продукта и закупки комплектующих до производства и поставки продукции клиентам. Каждый сотрудник, вовлечённый в производственный процесс, имеет полное право и обязан сообщать о рисках и возможных несоответствиях качества. Вся готовая продукция проходит испытания и все технические характеристики проверяются в автоматическом режиме. По желанию заказчика может быть проведе-



Изготовление Hydro MX 2/1 (NB)



Производство коллекторов



и партнёров компании. Поэтому можно сказать, что профессиональный уровень сотрудников постоянно повышается.

**Несмотря на приличные объёмы уже вложенных средств, руководством концерна принято решение о выделении дополнительных инвестиций в развитие российского производства. Расскажите подробнее о том, куда и в каком количестве пойдут эти финансы и как это соотносится с непростой ситуацией в российской экономике, а также политической напряжённостью, которая сказывается на деловом климате страны?**

**Г.Б.:** Кризис российской экономики привёл к падению спроса на практически все товары, и наша продукция — не исключение. Экономика нашей страны попала в такие условия, при которых развиваться очень сложно, но... это возможно, и мы будем развиваться.

на проверка по дополнительным параметрам и выдан соответствующий сертификат. Отмечу, что наш фокус на качество не остался незамеченным, и в этом году российский завод получил награду и почётное звание Лауреата всероссийской премии «Национальная марка качества 2015».

В завершении хочется сказать о профессиональной подготовке наших сотрудников, ибо без работоспособной профессиональной команды невозможно создать и произвести высококлассный продукт, а также обеспечить его качество. Все наши сотрудники имеют профильное образование и поддерживают его профессиональными тренингами, проходят стажировки в Дании и на других заводах концерна. У нас на предприятии ещё в 2006 году было открыто отделение датской академии, которая предлагает обучающие программы не только для сотрудников, но



Оборудование и процесс производства комплектов жгутов для шкафов управления Control





:: Покрасочная камера

В этом году руководством концерна было принято официальное решение о выделении дополнительных инвестиций в расширение производства Grundfos в России. Во-первых, это очень хороший сигнал со стороны концерна Grundfos. Он означает, что Россия, несмотря ни на что, является фокусным рынком для концерна — это также предусматривается «Стратегией-2020», и группа последовательно реализует те положения, которые заложены в стратегии.

Во-вторых, решение о новых инвестициях необходимо с точки зрения сегодняшней повестки дня — нам нужно расширить номенклатуру продукции, произведённой в России, и в течение 2016 года на производстве будут запущены новые линии по сборке насосов для водоотведения, расширена линейка насосов TP и CR. Мы войдём в новый сегмент рынка уже с локально произведёнными продуктами.



:: Испытательный стенд одноступенчатых насосов

Для нас и наших партнёров по бизнесу это существенный шаг в направлении решения вопроса об импортозамещении, так остро стоящего в последнее время. Вся продукция нашего завода — а это 30 процентов в годовом обороте компании — имеет сертификаты ТПП «Сделано в России». Мы отдаём себе отчёт в том, что повышение степени локализации нашей продукции будет иметь решающее значение в будущем, поэтому и увеличиваем номенклатуру продукции, произведённой в России.

Однако для нас остаётся приоритетным вопрос качества, и мы не можем допускать компромиссов в качестве нашей продукции. Не секрет, что наши заказчики и партнёры используют насосы и системы Grundfos именно потому, что мы можем обеспечить высокую надёжность, долговечность и энергоэффективность нашего оборудования.

**:: Сегодня в России набирает обороты тренд энергосбережения и повышения энергоэффективности. Насколько он увеличился за десятилетие и каковы перспективы усовершенствования продукции по этому показателю в дальнейшем? Приведите примеры.**

**Г.Б.:** Да, вы правы — вопросы энергосбережения занимают значительное место и в международной повестке, и в бизнесе. Неуклонное изменение климата ставит вопрос о сберегающих технологиях, которые обсуждаются международным сообществом, а бизнес начинает оценивать преимущества энергоэффективных продуктов и решений.

Мы же, со своей стороны, помогаем нашим партнёрам по бизнесу это понять, проводя аудит насосного оборудования на объектах заказчиков. При этом наши инженеры подключают своё измерительное оборудование к насосам клиента на определённый срок (например, на две недели). Измеряется затраченная электроэнергия, расход, напор в разных точках. После этого мы предоставляем заказчику отчёт и предлагаем решение, основанное на энергоэффективном оборудовании. Экономия затрат на новом оборудовании очевидна, и это лучший аргумент при принятии решения.

Мы действительно видим рост доли энергоэффективных продуктов в наших продажах. Это относится и к бытовому и промышленному оборудованию. За последние семь лет доля энергоэффективного оборудования в бытовом сегменте увеличилась в пять раз, а в промышленном оборудовании — в два раза. И доля E-оборудования растёт в связи с пониманием рынком преимуществ эксплуатации энергоэффективного оборудования, в том числе в части экономии затрат на энергоресурсы. ●



:: Производство одноступенчатых насосов

# Оптимизация размещения полимерных самотёчных водоотводящих трубопроводов со структурированной стенкой в земле

Минимизировать затраты на размещения в земле полимерных самотёчных водоотводящих трубопроводов со структурированными стенками с обеспечением необходимых и достаточных условий для дальнейшей эксплуатации на весь прогнозный срок можно при использовании проверенных практикой монтажно-технологических приёмов.

**Авторы:** А.А. ОТСТАВНОВ, к.т.н., ведущий научный сотрудник ОАО «НИИМосстрой»; О.Г. ПРИМИН, д.т.н., заместитель генерального директора, ОАО «МосводоканалНИИпроект»; В.А. ХАРЬКИН, к.т.н., генеральный директор ООО «Прогресс»

Анализ многочисленных как отечественных, так и зарубежных практик показывает, что размещения полимерных водоотводящих трубопроводов со структурированной стенкой (далее — ПСВ ТСС) в земле осуществляются в футлярах, проходных каналах, в том числе в метро, грунтах (рис. 1).

Критерием оптимальности размещения ПСВ ТСС любых [1] диаметров в земле, на данном этапе разработанности проблемы [2], предлагается считать суммарный минимум затрат всех этапов их жизненных циклов (ЖЦ: проектирование → монтаж → эксплуатация → ремонт и утилизация).

Вклад в минимизацию затрат этапа — проектирования связывается нами:

□ с трассировкой, когда величина

$$LH_{cp} = \sum_i^n (l_i h_i),$$

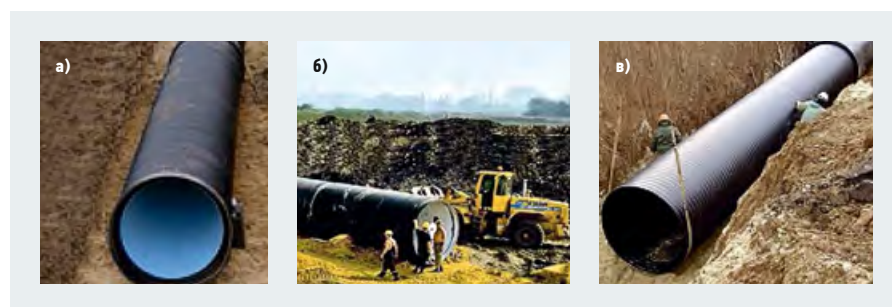
имеет минимальное значение, где  $L$  и  $H_{cp}$  — общая длина и средняя глубина заложения трубопроводной сети;  $l_i$  и  $h_i$  — длина и средняя глубина заложения  $i$ -го

**Критерием оптимальности размещения полимерных водоотводящих ТСС любых диаметров в земле, на данном этапе разработанности проблемы, предлагается считать суммарный минимум затрат всех этапов их жизненных циклов**

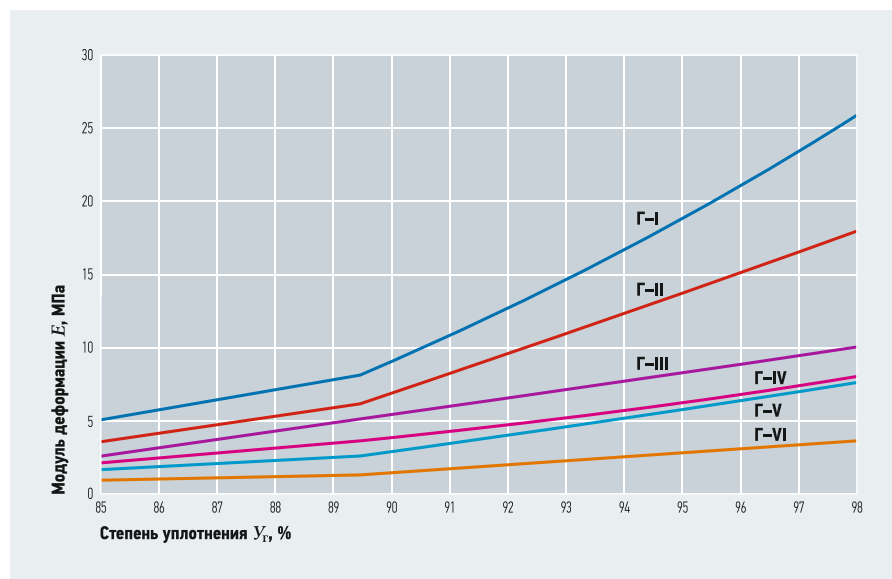
участка водоотводящей сети;  $n$  — количество участков на сети; в общих случаях минимальное значение  $L$  имеет место при прохождении трассы по прямой линии, а  $H_{cp}$  — при расположении трубопровода параллельно поверхности земли;

□ с внутренним диаметром  $D_{вн}$ , обеспечивающим пропуск расчётных расходов [3] стоков при экономических уклонах трубопроводов  $i_{э}$  ( $i_{э} = i_{г} \approx i_{п}$ , где  $i_{г}$  — гидравлический уклон, определяемый гидравлическими расчётами;  $i_{п}$  — уклон поверхности земли непосредственно по трассе трубопровода);

□ с кольцевой жёсткостью труб  $SN$ , строго увязанной с параметрами [4]



⊘ **Рис. 1.** Фрагменты размещения в грунте ПСВ ТСС [из труб: а — двухслойных (гладких внутри и гофрированных снаружи) «Корсис Про», б — спиральновитых из полого профиля сложного поперечного сечения «Корсис Плюс», в — спиральновитых из полого профиля прямоугольного поперечного сечения «Спиралайн»]



⊘ **Рис. 2.** Графики зависимости от степени уплотнения модулей деформации грунтов [Г-I — пески гравелистые, крупные и средней крупности ( $\gamma_r = 1,7$  т/м<sup>3</sup>); Г-II — пески мелкие (1,75); Г-III — пески пылеватые, супеси (1,8); Г-IV — суглинки полутвёрдые, тугомякие и текучепластичные (1,8); Г-V — супеси и суглинки твёрдые (1,85); Г-VI — глины ( $\gamma_r = 1,9$  т/м<sup>3</sup>);  $E_r$  и  $U_r$  — модуль деформации и степень уплотнения грунта, Г-I...Г-V — категории грунтов]



грунтов (плотностью  $\gamma_r$ , модулем деформации  $E_r$ , степенью уплотнения  $U_r$  и т.п., рис. 2) и факторами земляных работ (виды траншей, их глубина  $H_r$  и ширина по верху  $B_r$  и по низу  $b$ , способы засыпки, методы уплотнения грунта и др.), значения которых должны быть заданы с целью оптимального размещения ПСВ ТСС в грунте;

□ со способами соединения отдельных труб между собой (раструбами с уплотнением резиновыми кольцами либо склеиванием, бандажом, сваркой и др.) и со стенками смотровых колодцев.

Для оптимального размещения ПСВ ТСС в земле должны быть разработаны соответствующих размеров и профилей выемки: траншеи (для укладки труб), котлованы (для установки сетевых колодцев) и приемки (для сборки соединений).

Вклад в минимизацию затрат этапа монтажа (при размещении ПСВ ТСС в грунте) будет, в связи с этим, определяться в основном производством земляных работ: отрывкой траншей и котлованов, подчисткой их дна и стенок (для точного расположения труб и колодцев), рытьём приемков (для сборки соединений), канав и лотков (для отвода дождевой и талой воды), отсыпкой грунта, засыпкой выемок, утрамбовкой грунта, восстановлением поверхности по трассе с обязательным проведением контроля качества КК всех указанных технологических процессов (ТП). Все ТП следует производить, строго руководствуясь проектами водоотводящей сети [5], производства работ ППР и организации строительства ПОС [6], с соблюдением основных положений строительных норм и правил для земляных сооружений [7]. ТП должны производиться с использованием экономичных (для конкретных условий) и высокопроизводительных комплексов машин и механизмов, с обязательным соблюдением требований производственной санитарии, эргономики, техники безопасности [8, 9] и экологии. Для обеспечения условий для качественного и производительного производств ТП земляных работ необходимо своевременно контролировать, чтобы на объекте были: выполнены временные дороги; построены бытовые здания, закрытые склады и коммуникации для нужд строительства; вскрыты и при необходимости переложены подземные коммуникации; разбита и закреплена трасса; ограждена строительная площадка с установкой предупредительных знаков; расчищены полосы для прокладки ПСВ ТСС; разобраны дорожные одежды; осуществлены планировочные работы; под-

∴ Параметр  $B_{r,\min}$  [м] траншей с вертикальными стенками (без креплений)\* табл. 1

Способ укладки трубопровода диаметром $D$ , м	$B_{r,\min}$ , для соединений	
	раструбных	сварных
Плетями или отдельными секциями	$D \leq 0,7$	$D + 0,3$ и $\geq 0,7$
	$D > 0,7$	$1,5D$
Отдельными трубами	$D \leq 0,5$	$D + 0,6$
	$0,5 < D < 1,6$	$D + 1,0$
	$D \geq 1,6$	$D + 1,4$

\* Для оптимального размещения ПСВ ТСС.

∴ Крутизна  $K_0$  откосов траншей для оптимального размещения ПСВ ТСС табл. 2

Грунт	$K_0$ при $H_r$ [м], ≤		
	1,5	3	5
Насыпной	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаный и гравийный влажный (ненасыщенный)	1:0,5	1:1	1:1
Глинистый	супесь	1:0,25	1:0,67
	суглинок	1:0	1:0,5
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лёсс и лёссовидный	1:0	1:0,5	1:0,5
Моренный	песчаный	1:0,25	1:0,57
	супесчаный, суглинистый	1:0,2	1:0,5

∴ Крутизна откосов при средних величинах  $\sigma$  и  $c$  табл. 3

Грунт	$K_0$ при $H_r$ , м	
	≤ 2	> 2
Песок	мелкозернистый	1:1,5
	средне- и крупнозернистый	1:1,25
Суглинок	1:0,67	1:1,25
Гравелистый и галечниковый (гравия и гальки свыше 40 %)	1:0,75	1:1
Глина	1:0,5	1:0,75
Разрыхлённый скальный	1:0,25	1:0,25

\* В обводнённых грунтах для оптимального размещения ПСВ ТСС.

готовлены складские площадки к приёму материалов, оборудования и изделий; забурены стальные трубы или забиты металлические балки (для крепления стенок траншей и котлованов); отогреты грунты (в зимних условиях).

При оптимальном размещении ПСВ ТСС зона разрытия и восстановления проезжей части дороги должна быть ограждена. В городах вид ограждений, их оснащённость в ночное время, установка знаков регулирования движения городского транспорта в каждом конкретном случае определяется ГИБДД города. На вскрытых полосах дорог и городских проездов разработку траншей следует производить с шириной на 10 см больше ширины траншеи с каждой стороны — при бетонном покрытии (асфальтовом покрытии по бетонному основанию), при других конструкциях дорожных покрытий — на 25 см; ширина вскрытия дорожных покрытий должна быть кратна размеру сборных железобетонных плит. Вскрытие инженерных коммуникаций, пересекаемых трассой, разрешается только с обеспечением их сохранения

от повреждений, а в зимних условиях — и от промерзания и обязательно в присутствии представителей заинтересованных организаций.

При оптимальном размещении ПСВ ТСС следует принимать: продольный уклон дна траншеи  $i_{dt} \approx i_r$ , глубину — с учётом глубины заложения, которая во всех случаях должна быть на 0,5 м больше расчётной глубины промерзания грунта, минимальную ширину  $B_{r,\min}$  по дну с учётом вида соединений (табл. 1).

Размеры котлованов следует принимать с учётом габаритов и вида (бетонные, полимерные) колодцев, приемков — нормированными относительно  $D$  [5].

Для размещения ПСВ ТСС отдавать предпочтение следует выемкам с откосами, крутизну  $K_0$  которых, с целью обеспечения устойчивости боковых стенок, устанавливают равной углам естественного откоса наиболее слабого из разрабатываемых грунтов (табл. 2).

Значения  $K_0$  для выемок глубиной более 5 м рассчитывают с учётом углов внутреннего трения  $\sigma$  и удельных сцеплений разрабатываемых грунтов  $c$  (табл. 3 и 4).

В стеснённых условиях городской застройки разрабатывать траншеи и котлованы с целью оптимального размещения ПСВ ТСС целесообразно с вертикальными стенками глубиной  $h = 1$  м (в песчаных и крупнообломочных грунтах), 1,25 (супесях), 1,5 (обычных суглинках и глинах) и  $h = 2$  м (тоже, прочных грунтах); при  $h > 2$  м для предотвращения обрушения стенки выемок, как правило, необходимо крепить с учётом особенностей разрабатываемых грунтов. Глинистые грунты нормальной влажности достаточно устойчивы, но, будучи смочены водой, создают большую нагрузку на крепления стенок траншеи. Скальные грунты достаточно прочные, в них траншеи могут разрабатываться на значительную глубину без всякого крепления. Сухие гравелистые и песчаные грунты легко осыпаются внутрь траншеи даже через небольшие щели в креплении, образуя за ними опасные пустоты и каверны. Это диктует необходимость тщательного крепления стенок траншеи, не позволяя углублять траншею в сыпучих грунтах без немедленной установки соответствующего крепления. В слабых осыпающихся грунтах или при близком расположении ответственных сооружений целесообразно использовать сплошное горизонтальное крепление, верхняя бортовая доска которого должна выступать над поверхностью земли (для предотвращения попадания в траншею камней, комьев грунта и т.п.). В плотных грунтах следует использовать горизонтальное крепление траншей (рис.3) и устраивать его вразбежку досок толщиной 40–50 мм, длиной 4,5–6,5 м на обеих стенках с прозорами 25–30 см.

Крутизна откосов при средних величинах  $\sigma$  и  $c^*$

табл. 4

Грунт Категория	Наименование	$K_0$ при $H_T$ [м]			
		5–6	6–8	8–10	10–14
I	песок (влажный ненасыщенный)	1:1,25	1:1,5	1:1,75	1:2
II	супесь	1:1	1:1,25	1:1,5	1:1,75
I, II	суглинок	1:0,85	1:1	1:1,25	1:1,5
III, IV	тяжёлый суглинок, глина	1:0,75	1:1	1:1,25	1:1,5

\* В непереувлажнённых грунтах для оптимального размещения ПСВ ТСС.

Горизонтальные доски, с целью плотно прижатия их к стенкам траншеи, необходимо раскреплять вертикальными стойками из досок и поперечными распорами соответствующей длины, которые следует гвоздить бобышками к стойкам для предотвращения их выпадения после установки. В глубоких траншеях целесообразно использовать доски длиной по 4,5 м; опускание в траншею более длинных досок занимает больше времени и при этом сопровождается иногда обрушением стенок.

При разработке глубоких выемок в слабых сыпучих грунтах или вблизи ответ-

ственных надземных сооружений и/или подземных коммуникаций используют сплошное вертикальное крепление из вертикально поставленных досок толщиной 50 мм, прижимаемых к стенкам брусчатыми или дощатыми рамами при помощи распорок.

Выемку разрабатывают с одновременным осаживанием вертикальных досок и по мере её углубления устанавливают внутри дополнительные рамы, расстояние между которыми по вертикали в среднем около 1,2 м; для предотвращения оседания рам под ними пришивают бобышки либо устанавливают короткие стойки из досок или брёвен, длина которых равна расстоянию между рамами. На выемках  $h < 3$  м используют распорные крепления из щитов (сплошных или с прозорами), стоек (или прогонов), раздвижных винтовых распорок или рам, монтируемых сразу же после отрывки.

При глубинах выемки  $h = 3$  м в слабых водонасыщенных грунтах используются консольные или консольно-распорные крепления, основными конструктивными элементами которых являются металлические стойки-сваи, сплошная «забирка» из досок и распорки между стойками. При необходимости обеспечения свободного пространства в выемке используют консольно-анкерные крепления (рис. 4), отличающиеся от консольных наличием анкеров из якорей и тяжёлой к стойкам; расчётное количество якорей следует устанавливать на расстояниях  $\geq 1,5h$  от бровки выемок.

При глубоких выемках, большом боковом давлении грунта, сложных гидрогеологических условиях, необходимости обеспечения водонепроницаемости креплений следует использовать шпунтовые ограждения — сплошные щиты из предварительно погруженных в грунт стальных или деревянных шпунтин с замковыми соединениями. Использование современных инвентарных стальных креплений позволяет максимально быстро крепить стенки с постепенным погружением и подъёмом грунта, увеличить безопасность земляных работ, в том числе в узких выемках глубиной  $h > 3$  м, в том числе в плывунах.

**В слабых осыпающихся грунтах или при близком расположении ответственных сооружений целесообразно использовать сплошное горизонтальное крепление, верхняя бортовая доска которого должна выступать над поверхностью земли (для предотвращения попадания в траншею камней, комьев грунта и т.п.). В плотных грунтах следует использовать горизонтальное крепление траншей**

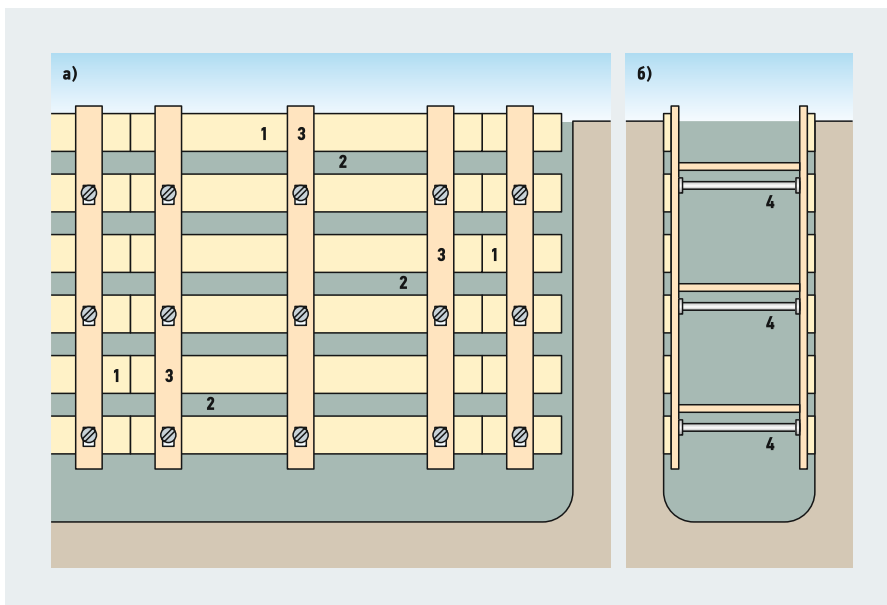


Рис. 3. Крепление досками вразбежку стенок траншеи для оптимального размещения ПСВ ТСС (а — вид сверху, б — вид вдоль траншеи; 1 — доски; 2 — прозоры; 3 — стойки; 4 — распорки)



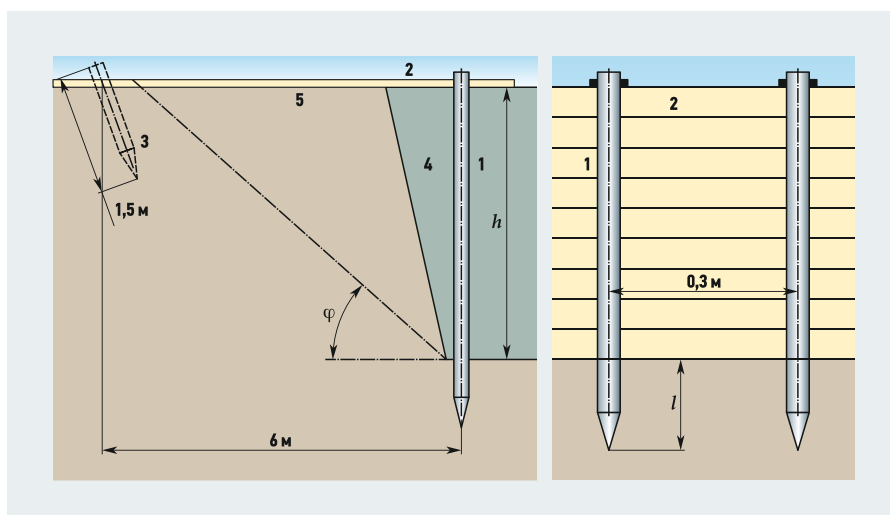


Рис. 4. Консольно-анкерное крепление стенки траншеи для оптимального размещения ПСВ ТСС (1 — стойки; 2 — забирка; 3 — свая-анкер; 4 — засыпка; 5 — тяжи;  $h$  — глубина траншеи)

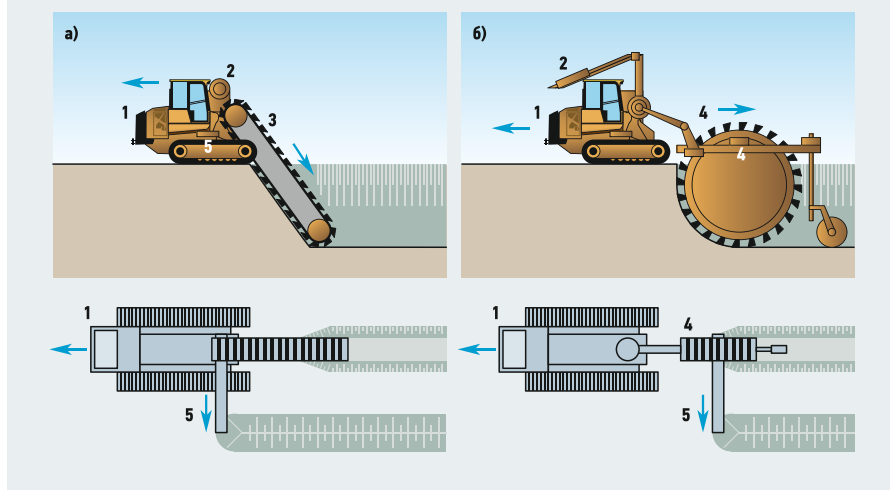


Рис. 5. Разработка протяжённых траншей постоянного поперечного сечения для оптимального размещения ПСВ ТСС многоковшовыми экскаваторами [а — с ковшовой цепью, б — с ротором (стрелками показаны направления вращения рабочих органов и разработки грунта); 1 — базовая машина; 2 — система управления положением рабочего органа; 3 — ковшовая цепь; 4 — ковшовой ротор; 5 — ленточный транспортёр]

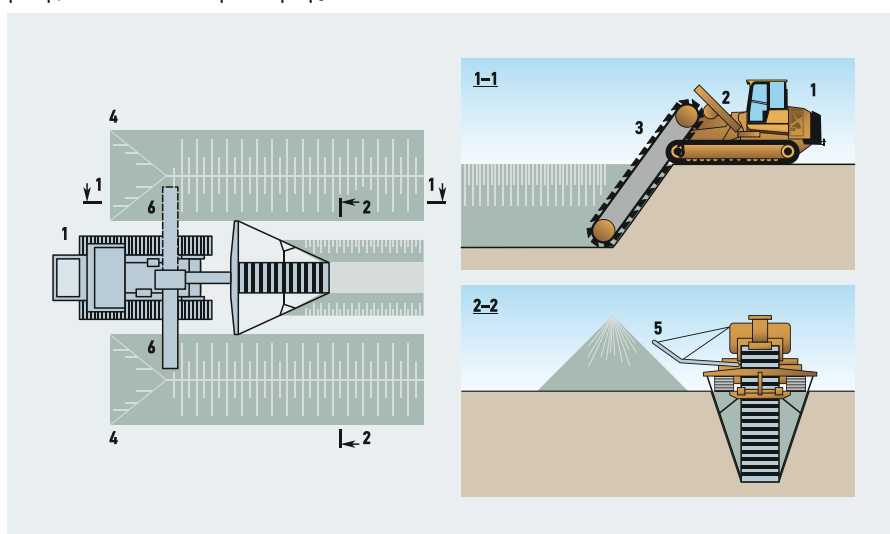


Рис. 6. Разработка протяжённой траншеи постоянного поперечного сечения для оптимального размещения ПСВ ТСС экскаватором ЭТЦ-252 (1 — базовая машина; 2 — система управления положением рабочего органа; 3 — цепной рабочий орган; 4 — отвал грунта; 5 — ленточный транспортёр; 6 — откособразователи)

Разборку креплений стенок выемок следует производить по мере обратной их засыпки грунтом путём удаления досок по одной в сыпучих или неустойчивых и менее трёх штук в плотных грунтах; сквозные стойки каждый раз необходимо отпиливать на ширину снимаемой доски. Вертикальное и шпунтовое крепление следует извлекать из земли только после засыпки траншеи с размещённым в ней ПСВ ТСС.

Для оптимального размещения ПСВ ТСС в земле требуется использование комплексов машин и механизмов, а также бригад работников, наиболее подходящих для конкретных условий по количеству, специальности и квалификации. Реализуется это требование по результатам комплексного анализа основных показателей трубных изделий и их соединений, характеристик выемок, способов размещения и глубин укладки труб, типов грунтов и других сведений, указанных в том числе в проектах водоотводящих сетей, ПР и ОС.

Протяжённые траншеи постоянного поперечного сечения ( $h < 6$  м, шириной по дну 2 м, с  $K_0$  от 1:1 до 1:2) для оптимального размещения ПСВ ТСС следует разрабатывать наиболее эффективными землеройными машинами непрерывного действия — многоковшовыми цепными либо роторными экскаваторами (рис. 5).

До начала разработки грунта экскаваторами непрерывного действия поверхность земли по трассе траншеи необходимо выровнять бульдозером на ширине не менее ширины гусеничного хода используемого экскаватора. После планировочных работ и разбивки осей отрывку грунта следует производить в сторону повышения рельефа. Разработку траншей шириной  $B \leq 1,8$  м можно производить как цепным экскаватором (при глубине копания  $h_{ц} \leq 3,5$  м), так и роторным (при глубине копания  $h_{р} \leq 3$  м), при этом отвал грунта размещается, как правило, с одной стороны (преимущественно с нагорной) для защиты траншеи от поступления в неё поверхностных вод. Для получения траншеи с проектным уклоном дна заглубление рабочего органа многоковшового экскаватора должно контролироваться постоянно. Траншеи  $h < 3,5$  м в немерзлых грунтах I–III категории (прямоугольного или трапециевидного профиля) и в мерзлых грунтах (прямоугольного профиля) можно разрабатывать экскаваторами ЭТЦ-252 с цепными рабочими органами, выгружающими грунт как на одну, так и на обе стороны траншеи посредством цепных откособразователей (рис. 6).

Разработку траншей небольшой протяжённости целесообразно производить одноковшовыми экскаваторами, оборудованными ковшами — обратной лопатой или профильными с вместимостью от 0,15 до 2 м<sup>3</sup>. Глубина копания  $h_k$  должна быть меньше проектной, с так называемым «недобором» на 5–10 см для того чтобы избежать переборов грунта и тем самым не допустить повреждения основания траншеи. При выгрузке грунта в отвал расстояние  $L_{от}$  от линии откоса траншеи до начала отвала грунта должно быть  $\geq 0,7$  м — при  $H \leq 3$  м и  $\geq 1,0$  м — при  $H > 3$  м (рис. 7).

При комплексно-механизированной разработке грунта в комплект следует включать вспомогательные механизмы для транспортировки грунта, планировки поверхности и др., соответствующие по производительности и энергозатратам ведущей землеройной машине. Например, при разработке траншеи значительной глубины и больших размеров одноковшовым экскаватором ЭО-5122, оборудованным унифицированной обратной лопатой с ковшем ёмкостью 1,6 м<sup>3</sup>, для транспортировки грунта используют обычно автомобили-самосвалы КрАЗ-256В с ёмкостью кузова 6 м<sup>3</sup>. Для зачистки дна траншеи, разравнивания грунта и обратной засыпки пазух используют при этом бульдозеры с габаритно-тактическими характеристиками, соответствующими реальным объёмам перемещаемого грунта, к примеру, бульдозер ДЗ-110А с шириной ножа 3100 мм.

Прямки для сборки раструбных соединений на ПСВ ТСС следует отрывать также одноковшовым экскаватором с последующей доводкой вручную под размер, учитывающий фактическую длину труб: при диаметрах менее 300 мм — перед укладкой каждой трубы на место и более 300 мм — за один-два дня до их укладки; для выполнения др. соединений (сварных, винтовых и/или бандажных [1]) согласно непосредственно требованиям Регламента производителя труб.

Котлованы для установки канализационных (водосточных) колодцев следует разрабатывать экскаваторами с обратной лопатой либо с грейфером (рис. 8).

Засыпать выемки в летний период целесообразно в наиболее холодное время суток, а зимой — в наиболее тёплое время суток грунтом, строго соответствующим требованиям проектов водоотводящей сети, ПР и ОС. При отсутствии проектных требований обратную засыпку следует производить, придерживаясь технологической схемы, включающей типовые технологические процессы.

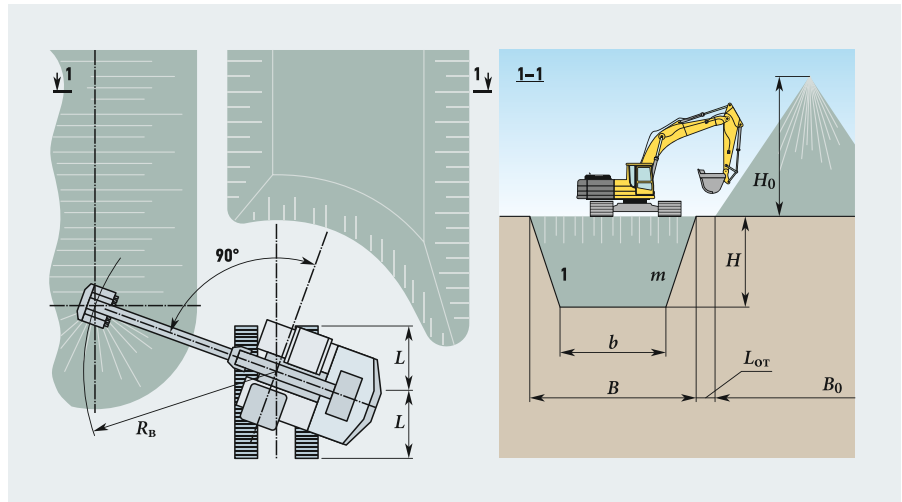


Рис. 7. Схема разработки траншеи для оптимального размещения ПСВ ТСС экскаватором ЭО-3322Б с выгрузкой грунта в отвал на одну сторону ( $H$ ,  $B$  и  $b$  — глубина, ширина по верху и низу траншеи,  $H_0$  и  $B_0$  — высота и ширина отвала грунта,  $L_{от}$  — расстояние от края траншеи до начала отвала,  $m$  — откос траншеи,  $R_в$  — вылет стрелы,  $L$  — расстояния от центра тяжести экскаватора до опор)

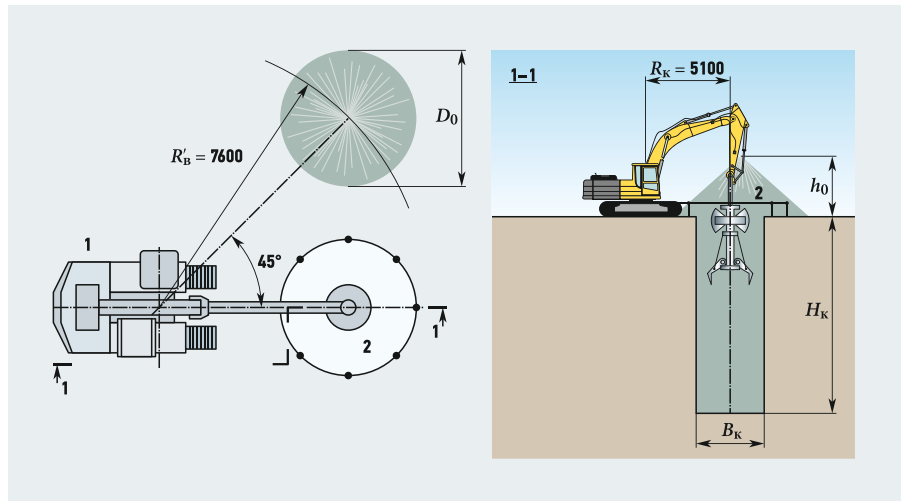


Рис. 8. Рытье котлована для установки колодца на ПСВ ТСС экскаватором ЭО-3322Б с грейфером (1 — экскаватор; 2 — ограждение;  $D_0$  и  $h_0$  — диаметр и высота отвала грунта,  $B_к$  и  $H_к$  — ширина и высота котлована,  $R_к$  и  $R_в$  — радиусы копания и выгрузки грунта)

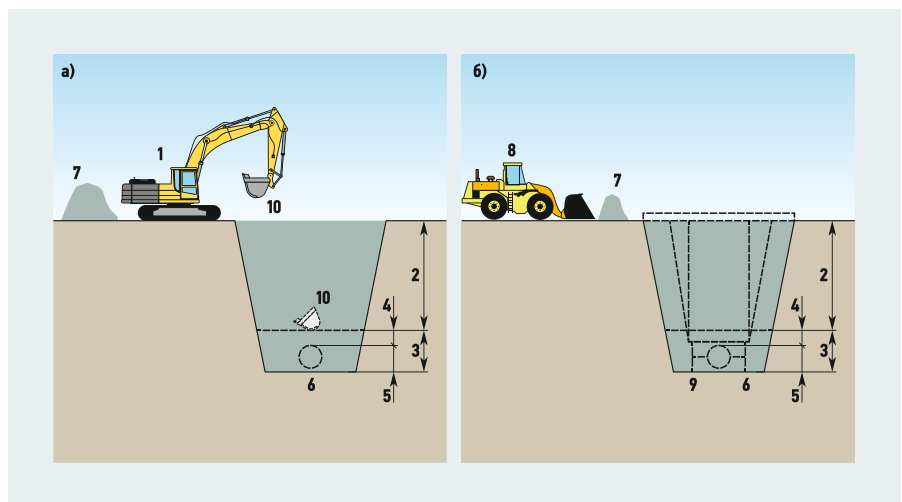


Рис. 9. Типовые технологические схемы механизированной засыпки по зонам траншей с размещённым в ней ПСВ ТСС (а — экскаватором-планировщиком, б — бульдозером; 1 — экскаватор-планировщик; 2 — засыпка бульдозером; 3 — засыпка экскаватором-планировщиком; 4 и 5 — разравнивание грунта экскаватором-планировщиком и вручную; 6 — труба; 7 — грунт для обратной засыпки; 8 — бульдозер; 9 — колодец; 10 — ковш)



Подбивка грунта под трубу штокками; засыпка и уплотнение песка в пазухах электротрамбовками и в защитной зоне на 30 см выше труб вручную; засыпка и уплотнение песка на 75 см выше труб ручными инструментами осуществляется обычно электротрамбовками (виброплитами массой до 50 кг); засыпку песка верхней зоны траншеи и уплотнение виброплитами массой до 100 кг и восстановление дорожного основания и покрытия дорог. В технологиях засыпки следует предусматривать меры против повреждения и смещения с проектного положения уложенных на дно траншеи ПСВ ТСС сбрасываемым песком и включать в них уплотнение грунта в прямках под стыковые соединения; подбивку пазух между трубой и дном траншеи; засыпку, разравнивание и уплотнение песка в пазухах между трубами и стенками траншеи; засыпку и разравнивание защитного слоя, и засыпку, разравнивание и уплотнение верхних слоёв, отдавая предпочтение их механизированному выполнению (рис. 9).

Засыпку нижней части траншей с ПСВ ТСС на высоту  $\approx 0,4D$  и  $\leq 0,3$  м необходимо производить вручную грунтом без камней, строительного и растительного мусора с частицами, не превышающими ширины впадин между гофрами на наружной поверхности труб. В общих случаях следует отдавать предпочтение засыпкам из местных песчаных, гравийных и/или щебёночных грунтов с показателями (табл. 5), значения которых обязательно установлены тем или иным путём.

Засыпку нижней части траншей необходимо производить немедленно тальм грунтом с тщательным уплотнением пазух одновременно с двух сторон уложенных труб слоями (толщиной 0,15–0,25 м); при односторонней засыпке велика вероятность сдвига трубопровода с проектного положения. Уплотнять грунт следует вначале под низом труб и их соединениями (ручными деревянными либо пневматическими и/или электрифицированными трамбовками), а далее в пазухах; непосредственно над шельгами труб  $\geq 0,3$  м, чтобы не повредить их, следует засыпать грунт без уплотнения. При расположении трассы в пределах автомобильных проездов, для предотвращения последующих осадок покрытия, верхнюю часть траншеи следует засыпать только тальм грунтом. При засыпке верхней части траншеи, проходящей по незамощённым проездам, в грунте могут присутствовать мёрзлые частицы  $\leq 15\%$  от общего объёма. Допускается осторожное сбрасывание грунта сверху при засыпке неглубоких траншей и не на сами ПСВ ТСС, а сбоку от них,

⊗ Необходимые показатели, допускающие использование местных грунтов\* табл. 5

Наименование показателя	Грунты**		
	П	КО	Г
Плотность (объёмная масса) скелета	+***	+	+
Пластичность	+	–****	+
Зерновой состав	+	+	+
Содержание водорастворимых солей	+	+	+
Содержание органических веществ	+	+	+
Естественная влажность	+	–	+
Коэффициент фильтрации	+	+	+

\* Для засыпки траншей при оптимальном размещении ПСВ ТСС. \*\* П — песчаные, КО — крупнообломочные, Г — глинистые. \*\*\* Значения требуются. \*\*\*\* Значения не требуются.

⊗ Составы щебёночных смесей для засыпки верхнего уровня траншей с ПСВТСС табл. 6

Тип щебёночной смеси	Содержание в смеси частиц (% массы), проходящих через сито с размером, мм						
	70	40	20	10	5	0,63	~ 0,05
Крупнозернистая I	80–100	40–50	20–30	15–25	12–20	5–10	0–3
Крупнозернистая II	85–100	60–70	40–50	30–40	20–30	5–15	0–5
Среднезернистая II	–	85–100	40–50	20–30	15–25	7–10	1–5
Среднезернистая II	–	–	85–100	60–70	40–50	15–20	2–5

\* Для последующего устройства над ней дороги.

в угол, чтобы удар приходился на стенки траншеи. При засыпке глубоких траншей целесообразно укладывать доски на нижний ярус распорок креплений с тем, чтобы прикрыть трубы для предохранения их от возможных повреждений камнями и комьями слежавшегося грунта.

Для окончательной засыпки траншеи, начиная с высоты 0,7 м над ПСВ ТСС, следует использовать экскаваторы-планировщики ЭО-3532А, -43212, -43213, одноковшовые экскаваторы ЭО-2621В, -3123, -4225, бульдозеры, погрузчики и т.п. с уплотнением гидромолотами, виброплитами массой до 100 кг, катками слоёв толщиной 0,7 м — из песка (0,6 м — из супесей и суглинков и 0,5 м — из глин). Поверхности с уклонами более 20° перед засыпкой траншеи необходимо укреплять против сползания и размыва грунта ливневыми водами. Засыпку траншей, располагаемых вдоль строений, заборов, зелёных насаждений, следует производить вручную с послойным уплотнением грунта. Участки траншеи, пересекающие существующие или проектируемые дороги должны засыпаться на всю глубину

песком с  $U_r \geq 0,98$ . Для послойного уплотнения грунтов обратных засыпок следует использовать для: несвязных грунтов — вибрирование и вибротрамбование; малосвязных грунтов — укатку, трамбование, вибротрамбование, вибрирование и связных грунтов — укатку, трамбование, вибротрамбование и их комбинации. Верхние слои засыпки траншей на глубине 1,0–1,2 м от поверхности земли следует уплотнять катками с массой 1,5–10 т (ДУ-57М, -47Б, -64, -99 и др.). При отрицательной температуре воздуха грунты обратных засыпок в траншеях должны уплотняться до  $U_r \geq 0,98$ .

Уплотнение грунтов в стеснённых условиях, в местах извлечений элементов шпунтовых ограждений следует производить с применением специальных уплотняющих средств (статического, виброударного и/или ударного действия), позволяющих на всю глубину траншеи получить  $U_r \geq 0,98$ . Под дорогами верхние уровни (30–40 см) траншей с ПСВ ТСС должны засыпаться щебёночной смесью заводского приготовления (табл. 6) с уплотнением ( $U_r \approx 100\%$ ) самоходными катками, а ниже, на всю глубину, — песком с  $U_r \geq 0,98$ .

Траншеи с ПСВ ТСС и котлованы с канализационными (водосточными) колодцами на участках пересечения с существующими дорогами и другими территориями, имеющими дорожное покрытие, необходимо засыпать на всю глубину песчаным галечниковым грунтом, отсевом щебня или другими аналогичными малосжимаемыми ( $E_r \geq 20$  МПа) местными материалами, не обладающими цементующими свойствами, с  $U_r \geq 0,98$ .

**При глубоких выемках, большим боковым давлением грунта, сложных гидрогеологических условиях, необходимости обеспечения водонепроницаемости креплений следует использовать шпунтовые ограждения (сплошные щиты из предварительно погруженных в грунт стальных или деревянных шпунтин с замковыми соединениями)**

•• Рекомендуемые массы трамбовок для уплотнения грунта\*

табл. 7

Масса трамбовки, кг	Толщина уплотняемых слоёв [мм] при трамбовании		
	ударном	вибрационном	укатывающим
50–100	250	150	100
100–200	350	200	150
200–500	450	300	200
500–1000	700	450	350
1000–2000	900	600	400
2000–4000	1200	800	600
4000–10000	1500	1000	800

\* В траншеях с размещёнными в них ПСВ ТСС.

•• Рекомендуемые параметры уплотнения грунтовой засыпки траншей\*

табл. 8

Способ уплотнения	Количество проходов до степени уплотнения		Макс. толщина слоя [м] уплотняемого слоя грунта			Мин. толщина уплотняемого слоя грунта
	0,93	0,88	гравий, щебень, песок	глина рыхлая плотная	глина сыпучая	
Укатыванием	–	3	0,15	0,1	0,1	0,2
Ручной трамбовкой мин. массой 15 кг	3	1	0,15	0,1	0,1	0,2
Виброштампом мин. массой 70 кг	3	1	0,1	–	–	0,15
Виброплитой мин. массой:	50 кг	4	1	0,1	–	0,15
	100 кг	4	1	0,15	–	0,15
	200 кг	4	1	0,2	0,1	0,2
	400 кг	4	1	0,3	0,15	0,3
	600 кг	4	1	0,4	0,15	0,5

\* С самотёчным трубопроводом водоотведения из полипропиленовых двухслойных труб (выборка из ТУ 2248-004-50049230–2006).

Исключением являются выемки, разрабатываемые в просадочных грунтах II типа. На участке пересечения траншей с действующими подземными коммуникациями (трубопроводами, кабелями и др.), проходящими в пределах глубины траншей, необходимо производить подсыпку под действующие коммуникации немёрзлым песком или другим мало сжимаемым ( $E_T \geq 20$  МПа) грунтом по всему поперечному сечению траншеи на высоту до половины диаметра пересекаемого трубопровода (кабеля) или его защитной оболочки с послойным уплотнением грунта. Размер подсыпки вдоль траншеи по верху должен быть на 0,5 м больше с каждой стороны пересекаемого трубопровода (кабеля) или его защитной оболочки, а откосы подсыпки должны быть не круче 1:1.

Если же проектом предусмотрены устройства, обеспечивающие неизменяемость положения и сохранность пересекемых коммуникаций, обратную засыпку можно производить в обычном порядке. Узкие траншеи, где невозможно обеспечить уплотнение грунта до требуемой плотности имеющимися средствами (за исключением выполняемых в просадочных грунтах II типа), необходимо засыпать только мало сжимаемыми ( $E_T \geq 20$  МПа) грунтами с проливкой водой. Траншеи на участках с грунтами

II типа по просадочности, в том числе на пересечениях с действующими коммуникациями, а также под дорогами с покрытиями усовершенствованного [10] типа, необходимо засыпать глинистыми грунтами с послойным уплотнением; использование дренирующих грунтов не допускается. Траншеи на участках с набухающими грунтами следует применять ненабухающий грунт по всей ширине пазух, а набухающим грунтом засыпать только верхнюю зону траншей. Требуемую величину  $U_T$  засыпки можно обеспечить трамбовками с известными (табл. 7) массами, как правило, за три-четыре прохода без сверхрасчётной овализации поперечных сечений размещённого в траншее ПСВ ТСС, уменьшение его вертикального диаметра в любых поперечных сечениях сверх проектного значения не допустимо; целесообразно увеличение диаметров на 1–2 %.

При этом необходимо учитывать рекомендации производителей конкретных труб (табл. 8).

**Исполнитель работ должен производить текущий контроль при размещении ПСВ ТСС в земле, заказчик — инспекторский, в ходе выполнения и приёмки законченных работ**

При планировке поверхности по трассе проложенного ПСВ ТСС для обеспечения равномерного уплотнения отсыпанный грунт необходимо разравнивать бульдозерами и уплотнять его с использованием катков участками (захватками), размеры которых должны обеспечивать достаточный фронт работ. Увеличение фронта работ может привести к высыханию подготовленного к уплотнению грунта в жаркую погоду или, наоборот, к переувлажнению — в дождливую. Наибольшее уплотнение грунта с наименьшей затратой труда достигается при оптимальной для данного грунта влажности. Поэтому сухие грунты необходимо увлажнять, а переувлажнённые — осушать.

Исполнитель работ должен производить текущий контроль при размещении ПСВ ТСС в земле, заказчик — инспекторский, в ходе выполнения и приёмки законченных работ. При текущем контроле, выполняемым лабораториями, контрольными постами, организованными на объекте, проверяется соблюдение заданной технологии выполнения обратной засыпки, в том числе  $\gamma_r$ . Инспекторский контроль осуществляется лабораторией сторонней организации.

В процессе выполнения работы необходимо контролировать вид грунтов, правильность отсыпки  $\gamma_r$ , влажность и  $U_T$ . Гранулометрический состав грунта должен соответствовать проекту (отклонения  $\leq 20\%$  определений).

В грунтах обратных засыпок не должно быть древесины, гниющего или легкосжимаемого строительного мусора, снега и льда. Допускается содержание мёрзлых комьев для в засыпке верхних зон траншей  $\leq 20\%$  от общего объёма, а размер твёрдых включений  $\leq 20$  см и  $\leq 2/3$  толщины уплотняемого слоя. Контроль  $U_T$  и влажности грунта следует производить испытанием образцов, отобранных из отсыпанных слоёв на глубинах 0,3; 0,5; 0,9; 1,2; 1,5 м от верха шурфов по оси траншеи через каждые 50 м.

Соответствие  $\gamma_r$  требованиям контролируется сопоставлением показателей образцов, взятых из грунта с ненарушенной структуры и из искомого грунта.

Производство обратных засыпок выемок с ПСВ ТСС следует контролировать в соответствии с типовыми технологическими схемами (ТТС) (табл. 9) контроля качества, которые должны приводиться в ППР: ВКК и ОКК — производится мастером (прорабом); ПКК — работником службы качества, мастером (прорабом), представителем технадзора заказчика.

При отсутствии каких-либо требований к проведению контроля качества



ТТС контроля качества обратной засыпки выемок с ПСВТСС

табл. 9

Этапы работ	Контроль	Метод и объём	Документация
Подготовительные работы	Освидетельствования ранее выполненных земляных работ	Визуальный, 100 %	Общий журнал работ, акт освидетельствования скрытых работ
	Чистоты основания и промерзания грунта (в зимнее время)	Визуальный, 100 %	
	Наличия в проекте данных о типах и характеристиках грунтов для обратных засыпок	Визуальный, 100 %	
	Содержания в грунте древесины, волокнистых материалов, гниющего или легкосжимаемого строительного мусора	Визуальный, 100 %	
Засыпка пазух траншей	Содержания мёрзлых комьев в обратных засыпках	Визуальный, 100 %	Общий журнал работ
	Размеров твёрдых включений, в том числе мёрзлых комьев	Визуальный, 100 %	
	Наличия снега и льда в обратных засыпках и их основаниях	Визуальный, 100 %	
	Температуру грунта, отсыпаемого и уплотняемого при отрицательной температуре воздуха	Измерительный, периодический	ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ, ПЕРИОДИЧЕСКИЙ
	Среднюю по проверяемому участку плотность сухого грунта обратных засыпок	ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ, ПЕРИОДИЧЕСКИЙ	
Приёмка выполненных работ	Соответствия физико-механических характеристик отсыпаемого и уплотнённого грунта требованиям проекта	Лабораторный, выборочный	Акт приёмки выполненных работ

ТРКК обратных засыпок грунтом выемок с ПСВТСС

табл. 10

Вид контроля	ВКК		ОКК						ПКК				
Контроль	Физико-механических характеристик грунтов обратных засыпок	Готовность засыпаемых трубопроводов	Гранулометрического состава грунта обратных засыпок	Содержания в грунте обратных засыпок древесины, волоконистых материалов, гниющего строительного мусора и т.д.	Содержания мёрзлых комьев в грунте обратных засыпок	Наличия твёрдых включений в грунте обратных засыпок	Наличия снега и льда в грунте обратных засыпок	Температуры грунта обратных засыпок	Плотности грунта обратных засыпок	Влажности грунта обратных засыпок	Толщины отсыпаемых слоев обратных засыпок	Плотности грунта обратных засыпок	Наличия, полноты и правильности заполнения исполнительной и проектно-технологической документации
Объём	Периодический												
Метод	Визуальный		Визуальный, измерительный						Визуальный, регистрационный				
Освидетельствование скрытых работ	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Контроль строительной лабораторией	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-

\* «+» — производится, «-» — не производится.

в указанных проектах ПР и ПО все виды контроля (входной ВКК, операционный ОКК и приёмочный ПКК) следует проводить своевременно, например, согласно типовому регламенту контроля качества ТРКК (табл. 10).

В ОКК работ по обратным засыпкам траншей с ПСВ ТСС в непросадочных, просадочных, набухающих и в др. грунтах, изменяющих свои свойства под влиянием атмосферной влаги и/или подземных вод, следует включать показатели, которые обеспечивают соблюдение требований проектов водоотводящей сети, ПР и ПО к обратным засыпкам. Согласно [7] это, в основном, параметры, объём, методы и средства контроля, а также обязательные организационно-технологические правила.

После завершения работ по укладке и уплотнению грунта обратных засыпок осуществляется приёмка выполненных работ. При приёмке и оценке качества работ по засыпке траншей с ПСВ ТСС необходимо производить промежуточный и приёмочный контроль качества выполнения работ. При промежуточной приёмке проверяется качество грунта, применяемого для обратной засыпки, влажность и  $U_f$  отдельных слоёв. При проведении приёмочный контроль качества проверяется соответствие фактических

значений параметров обратных засыпок траншеи, заданным в проектах водоотводящей сети, ПР и ПО. При совместной работе нескольких строительных организаций на строительном объекте контроль качества уплотнения грунта возлагается на генерального подрядчика и технический надзор заказчика.

Дефекты размещения в траншее, обнаруживаемые при ОКК, должны устраняться исполнителями до начала выполнения последующих технологических процессов засыпки траншеи, а обнаруженные при ПКК — в сроки, указанные комиссией.

По завершении строительством, полимерный самотёчный водоотводящий трубопровод со структурированной стенкой подлежит сдаче-приёмке [11].

В заключение можно смело утверждать, что своевременный и правильный учёт рассмотренных в статье положений, как при проектировании, так и при монтаже, должен позволить оптимально размещать ПСВ ТСС непосредственно в земле. Также следует отметить, что нами не раскрыто влияние на оптимизацию размещения полимерных самотёчных водоотводящих трубопроводов со структурированной стенкой способов соединения отдельных труб между собой и со стенками смотровых колодцев.

Это можно будет рассмотреть с учётом имеющегося и собственного опыта, действующих в стране и за рубежом нормативов, а также многочисленных литературных источников, в случае заинтересованности широкой научно-технической общественности, в следующих статьях журнала одновременно с вопросами оптимального размещения ПСВ ТСС в футлярах и проходных каналах. ●

- ГОСТ Р 54475–2011. Трубы полимерные со структурированной стенкой и фасонные части к ним для систем наружной канализации.
- Отставнов А.А., Бусахин А.В., Колубков А.Н., Токарев Ф.В. Рекомендации по проектированию, монтажу, эксплуатации, ремонту и утилизации самотёчных трубопроводов из труб из полиолефинов со структурированной стенкой: Р НОСТРОЙ / НОП 2.17.7–2013. — М.: Изд-во БСТ, 2015.
- СП 32.13330.2012. СНиП 2.04.03–85 Канализация. Наружные сети и сооружения.
- ГОСТ 25100–2011. Межгосударственный стандарт. Грунты. Классификация.
- СП 129.13330.2011. СНиП 3.05.04–85\*. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации.
- СП 48.13330.2011. СНиП 12–01–2004. Организация строительства.
- СП 45.13330.2012. СНиП 3.02.01–87. Земляные сооружения. Основания и фундаменты.
- СП 49.13330.2010. СНиП 12–03–2001. Ч. 1. Безопасность труда в строительстве.
- СНиП 12–04–2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство.
- СП 78.13330.2011. СНиП 3.06. 03–85. Автомобильные дороги.
- СП 68.13330.2011. СНиП 3.01.04–87. Приёмка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения.



## Проблема нехватки пресной воды и пути её решения

Сегодня человечество живёт в период, когда пресной воды на Земле катастрофически не хватает. Дефицит пресной воды становится одним из главных факторов, сдерживающих развитие цивилизации во многих регионах мира...

### Описание проблемы

Только за период времени с 1950 по 1980 годы потребление пресной воды в год возросло в четыре раза и достигло 4000 км<sup>3</sup>, и этот рост продолжается. Расход воды на одного жителя современного города составляет от 100 до 900 л в сутки. И это только на бытовые нужды. Однако во многих странах эта цифра составляет менее 10 л, в результате чего более двух миллиардов человек на земле не обеспечены даже питьевой водой в достаточном количестве.

За последние 30 лет средний расход топлива на 100 км легковыми автомобилями сократился более чем в два раза, но по-прежнему человеку нужно не менее двух литров питьевой воды в сутки. Мы живём в так называемую эпоху End of Oil Age, Beginning of Renewable Resources Age. По мнению экспертов ООН, в XXI веке вода станет более важным стратегическим ресурсом, чем нефть и газ, поскольку тонна чистой воды уже сейчас дороже нефти (Северная Африка, Австралия, ЮАР, Аравийский полуостров, Центральная Азия, США (некоторые штаты)). По некоторым оценкам, каждый доллар, вложенный в улучшение водоснабжения и санитарии, приносит внушительный доход от \$ 25 до \$ 84.

Основными источниками пресной воды являются воды рек, озёр, артезианских скважин и опреснение морской воды. Количество воды, находящейся в каждый данный момент в атмосфере, составляет от 10 до 14 тыс. км<sup>3</sup>, в то время как всего во всех речных руслах и озёрах содержится 1,2 тыс. км<sup>3</sup>. Ежегодно испаряется с поверхности суши и океана около 600 тыс. км<sup>3</sup>, столько же потом выпадает в виде осадков, и всего лишь 7% общего количества выпадающих осадков составляет речной годовой сток. Из сравнения общего количества испаряющейся влаги и количества воды в атмосфере легко видеть, что она в течение года в атмосфере обновляется 45 раз [1, 3]. Итак, основной источник пресной воды — вода в атмосфере — оказывается неиспользуемым.

В настоящее время в основном используются два метода опреснения воды: дистилляция путём выпаривания (70%) и фильтрация через мембраны (30%).

Оба метода достаточно дороги, так как требуют значительных расходов энергии. Мембранный метод достаточно чувствителен к механическим загрязнениям воды, кроме того с ростом температуры опресняемой воды производительность мембранных установок снижается. В результате деятельности обеих типов систем по-





лучается значительное количество соли, которую необходимо удалять, что приводит к загрязнению среды мощными опреснительными заводами. Кроме того, сжигание нефти для получения энергии, необходимой для работы этих установок приводит к загрязнению атмосферы. Использование же естественных процессов позволяет получать огромные количества пресной воды в южных районах, практически не влияя на окружающую среду.

Большое число стран, расположенных в засушливых и жарких районах земного шара, страдают от отсутствия пресной воды, хотя её содержание в атмосфере значительно. Вода в атмосфере распределена неравномерно, более половины всего водяного пара приходится на нижние слои (до 1,5 км) и около 50% — на тропосферу [1]. На поверхности Земли средняя по земному шару абсолютная влажность составляет примерно 10–12 г/м<sup>3</sup>, в тропических зонах она составляет более 25 г/м<sup>3</sup> [1]. В пустынях и степях, где практически отсутствуют источники пресной воды, абсолютная влажность в приземном слое воздуха колеблется от 15 до 35 г/м<sup>3</sup> и существенно меняется в течении суток у поверхности земли, достигая максимальных значений в ночное время [3]. Данный ресурс пресной воды постоянно возобновляется, характеристики конденсата, который может быть получен в большинстве районов Земли, очень высокие: конденсат содержит на два-три порядка меньше токсичных металлов по сравнению с требованиями санитарных служб, практически не содержит микроорганизмов, хорошо аэрирован. Использование влаги, содержащейся в атмосфере Земли, с минимальным воздействием на окружающую среду, позволит решить все проблемы, связанные с дефицитом пресной воды, причём, как будет показано ниже, возможно создание таких установок, практически не требующих энергозатрат, что позволяет утверждать — эта вода будет самой дешёвой из всех, которые получают иными способами [3].

На нашей планете достаточно много мест с практически идеальными условиями для получения пресной воды из атмосферного воздуха. Например, в Королевстве Саудовская Аравия, государстве с населением более 25 млн человек, занимающей почти 80% территории Аравийского полуострова и несколько прибрежных островов в Красном море и Персидском заливе, по устройству поверхности большая часть страны — обширное пустынное плато (высота от 300–600 м на востоке до 1520 м на западе), слабо расчленённое сухими руслами рек



(вади). Вдоль побережья Персидского залива протянулась местами заболоченная или покрытая солончаками низменность Эль-Хаса (шириной до 150 км). Климат на севере — субтропический, на юге — тропический, резко континентальный, сухой. Лето очень жаркое, зима тёплая. Среднегодовая норма осадков около 70–100 мм (в центральных районах максимум весной, на севере — зимой, на юге — летом); в горах до 400 мм в год. В районах пустынь и некоторых других в отдельные годы дожди не выпадают совсем.

Почти вся Саудовская Аравия не имеет постоянных рек или водных источников, временные потоки образуются только после интенсивных дождей. Проблема водоснабжения (а это примерно 15–20 км<sup>3</sup>) решается посредством развития предприятий по опреснению морской

воды, созданием глубоких колодцев и артезианских скважин.

Средняя температура июля в Эр-Рияде колеблется от 26 до 42°C, в январе от 8 до 21°C, абсолютный максимум — 48°C, на юге страны до 54°C с относительной влажностью воздуха 40–70% (относительная влажность может быть определена как отношение плотности водяного пара к плотности насыщающего водяного пара при той же температуре, выраженное в процентах), а в каждом кубическом метре воздуха содержится до 24 г воды. При понижении температуры на 10–15°C из каждого кубического метра можно выделить до 12 г воды. Если учесть, что суточный перепад температуры может составлять более 20°C, то становится понятным, почему в Сахаре часто выпадают обильные росы.



Для получения значительных количеств конденсата из атмосферного воздуха необходимо выполнение двух условий: температуры ниже «точки росы» и наличие центров конденсации. Если в пересыщенный пар внести каплю с радиусом больше критического, то рост капли будет приводить к уменьшению термодинамического потенциала и, следовательно, будет происходить конденсация. Если же радиус капли меньше критического, то будет происходить испарение капли, так как при росте капли в этом случае термодинамический потенциал растёт. При понижении температуры, которое происходит в Сахаре в ночное время, очень часто пар оказывается в метастабильном состоянии, и для появления второй фазы в атмосфере, то есть для образования капель, необходимо наличие «зародышей» размером, превышающим критический. Это могут быть мелкие капли воды либо пылинки, либо земная поверхность. Например, чтобы капля размером 0,1 мкм росла при температуре 10°C, необходимо перенасыщение более 200%. Мелкие ядра конденсации в атмосфере живут достаточно долго, но они малы, чтобы происходила конденсация, большие же ядра быстро удаляются в результате стока оседания. В условиях климата стран Ближнего Востока, в ночное время температурные условия во многих случаях бывают выгодными для формирования осадков, однако отсутствие ядер конденсации в нижней атмосфере не даёт возможности каплям достаточно развиться. Поэтому необходимо создание сильно разветвлённой системы конденсирующей поверхности и условий конвективной вентиляции для обдува её влажным атмосферным воздухом.

Если водяной пар сконденсировался и находится в воздухе в виде мелких ка-

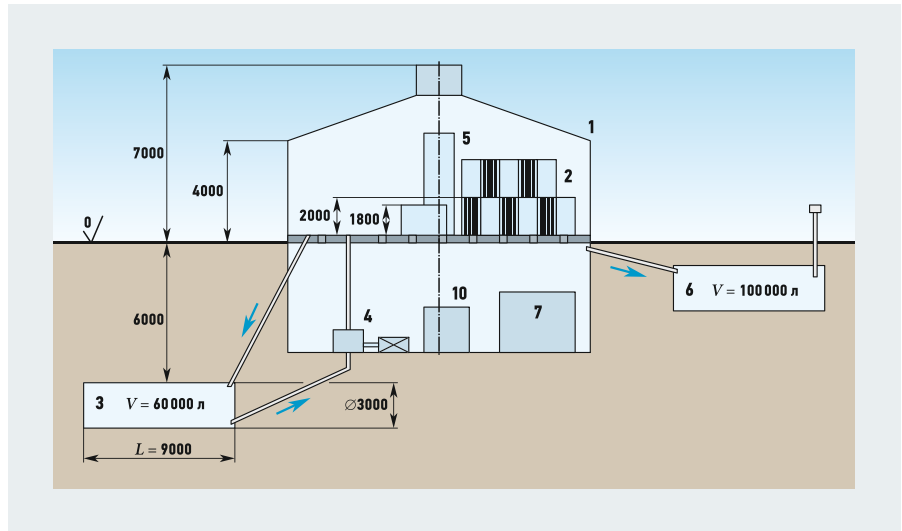


Рис. 1. Схема установки для получения воды в разрезе

пель, то получение воды сводится к механическому её извлечению из влажного воздуха. Эксперименты по получению воды данным методом проводились во многих районах мира. Этот способ получения воды происходит в природных экосистемах. Хорошо известно, что горы и лес как бы «вычёрпывают» туманы. Даже если нет дождя, но если облако проходит в горах через лес, то влага конденсируется на ветках и листьях деревьев и потом попадает на землю. Получение конденсированной влаги на кустах, деревьях либо на искусственных водоуловителях подтверждено экспериментально в 47 местах в 22 странах мира. В районах города Феодосия, в Тувинской республике, на древних курганах Алтая и в Закавказье обнаружены кучи щебня (габионы), сложенные людьми для конденсации атмосферной влаги.

Наиболее интересными были феодосийские сооружения, которые, к сожалению, в настоящее время разобраны.

В городе Феодосия в России до 80-х годов XIX века не было водоснабжения из одного какого-либо мощного источника, но в довольно большом количестве имелись городские «фонтаны». Вода к ним была подведена самотёком по гончарным трубам в направлении с гор, окружающих город. На этих горах никаких признаков источников или каких-либо сооружений для водопровода не было. Дело было в том, что конденсат собирался со скалы, на которой были установлены специальные щебневые кучи. При этом использовался эффект капиллярной конденсации. Во времена расцвета Феодосии в XV–XIV веках её население достигало более 80 тыс. человек, однако всё водоснабжение осуществлялось с помощью таких конденсационных габионов.

### Пути решения

В последнее время осуществлялись попытки создания подобных искусственных установок в России. Так, в Лаборатории возобновляемых источников энергии географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова профессором Алексеевым В.В. с сотрудниками разработана конструкция стационарной установки «Роса-1» с расчётной производительностью 20–40 м<sup>3</sup> пресной воды в сутки в районе Средиземноморья [4]. Она предназначена для получения пресной воды путём конденсации атмосферной влаги на системы развёрнутых конденсирующих поверхностей, обдуваемых влажным атмосферным воздухом.

Конденсация паров воды, содержащихся в воздухе, при охлаждении его в вечернее и ночное время — природный процесс. Он активно используется природными экосистемами, но применение

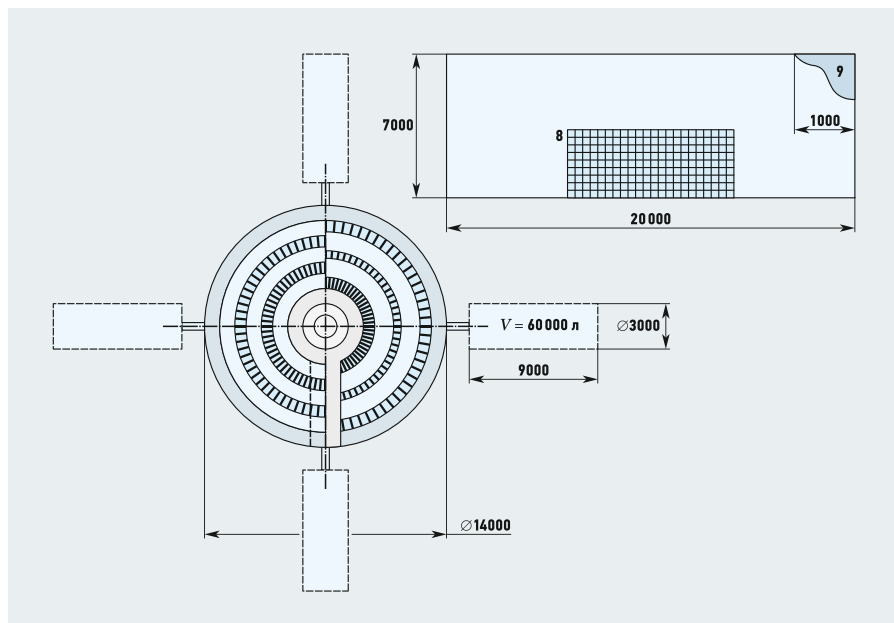




его в хозяйственных целях представляет сложную проблему ввиду малого удельного (в расчёте на единицу площади) количества образующегося конденсата. Авторы установки «Роса-1» ставили перед собой задачу локализовать в предлагаемых ими устройствах и интенсифицировать процесс конденсации атмосферной влаги с целью получения результатов, обеспечивающих с технической и экономической стороны возможность хозяйственного использования этих устройств, главным образом в засушливых зонах, лишённых источников воды. При этом они опираются на исторический опыт применения для получения пресной воды аналогов этих устройств, представляющих собой галечные (гравийные) «кучи».

По этой аналогии авторы также предлагают использовать галечное заполнение некоторого объёма, в котором локализуется процесс конденсации атмосферной влаги, поскольку необходимым условием такой локализации является максимальное развитие поверхности конденсации, то есть предлагаются некие конструкции для конденсации атмосферной влаги, основу которых при различных общих геометрических формах составляют так называемые габионы, представляющие собой сетчатый контейнер из проволоки, заполненный кусками щебня с условным диаметром 10 см. Для усиления воздухообмена в объёме этой конструкции предлагаются вытяжные устройства различного конструктивного исполнения с подогревом воздуха для усиления естественной тяги, а также тепловые трубы для отвода тепла из объёма устройства в атмосферу.

Основным показателем работы рассматриваемого устройства является его производительность, которая при сопоставлении с капитальными вложениями и эксплуатационными затратами определяет себестоимость единицы продукции (пресной воды), что, в свою очередь, даёт ответ на вопрос о возможности хозяйственного применения устройства. Опытный образец такой установки был установлен в городе Обнинске Московской области, однако производительность её оказалась крайне низкой в первую очередь за счёт плохой работы габионов, эффективное охлаждение которых оказалось невозможным. Однако работы на этом не прервались, и группа профессора Алексея В.В. разработала несколько других схем установок типа «Источник» и других [4–6]. Однако расчётной производительности, которая позволила бы создать промышленную установку, достичь так и не удалось.



❖ **Рис. 2.** Схема установки для получения воды (вид сверху; 1 — каркас; 2 — секции теплообменника; 3 — охлаждающие ёмкости; 4 — насосная станция; 5 — теплообменная колонна; 6 — ёмкость для воды; 7 — станция хранения; 8 — солнечные коллекторы; 9 — солнечные батареи; 10 — система автоматического контроля)

Нашей задачей стало разработка схемы установки для получения пресной воды из атмосферного воздуха (схема установки представлена на рис. 1 и 2 [7]), использующей возобновляемые источники энергии с увеличением эффективности работы конденсирующей поверхности и обеспечением полной автономности при работе. Для этого в установку для конденсации пресной воды из атмосферного воздуха [7], содержащую солнечные коллекторы, солнечные батареи,

насосную станцию 4, теплообменную колонну 5, ёмкость для воды 6, аккумуляторную станцию 7, плоские солнечные коллекторы 8, солнечные батареи 9 и систему автоматического управления 10. Теплообменные панели 2 представляют собой установленные вертикально плоские теплообменники, сваренные из двух тонкостенных (толщиной 0,1–0,5 мм) листов с внутренними каналами по которым проходит охлаждающая жидкость (вода), поступающая из холодильника. Холодильник выполнен в виде нескольких охлаждающих ёмкостей 3, представляющих из себя резервуары большой ёмкости (более 20–60 тыс. л), заполненные водой и зарытые в землю на глубину 5–10 м. Теплообменная колонна 5 — это установленная вертикально цилиндрическая ёмкость объёмом до 2000 л, заполненная водой, которая нагревается в дневное время плоскими солнечными коллекторами (СК) 8 (устройства, преобразующие солнечную энергию в тепловую энергию теплоносителя).

Работа установки происходит следующим образом. В дневное время происходит накопление тепловой энергии в теплообменной колонне за счёт работы плоских солнечных коллекторов (СК) и электрической энергии в аккумуляторах аккумуляторной станции за счёт работы солнечных батарей (СБ). Ночью температура поверхности земли и воздуха начинает уменьшаться вследствие радиационного излучения. За счёт теплообменной колонны, заполненной горячей водой, которая нагревается в дневное время плоскими солнечными коллекторами (СК), в вытяжной трубе корпуса установки создаётся поток тёплого воздуха.

**Основным показателем работы рассматриваемого устройства является его производительность, которая при сопоставлении с капитальными вложениями и эксплуатационными затратами определяет себестоимость единицы продукции**

холодильную систему, водосборник, воздухопровод и вентиляционную систему, введена в качестве конденсатора высокоэффективная система конденсирующих панелей специальной конструкции, а в качестве источника холода используются поверхностные слои земли на некоторой глубине. Эффект достигается за счёт того, что используется в качестве конденсатора высокоэффективная система конденсирующих плоских тонкостенных панелей, а в качестве источника холода используются естественные источники холода — поверхностные слои земли на некоторой глубине.

Она содержит корпус 1, теплообменные панели 2, охлаждающие ёмкости 3,



В результате разности давлений атмосферный воздух поступает через открытую нижнюю часть внутрь корпуса и вступает в контакт сначала с нижним ярусом, а затем и с верхними ярусами теплообменных панелей, и через вытяжную трубу уходит в атмосферу.

Если относительная влажность воздуха близка к 100%, то находящийся в нем водяной пар конденсируется на поверхностях теплообменных панелей, а полученная вода стекает в резервуар. Если относительная влажность воздуха меньше 100%, но больше 50%, то сначала воздух охлаждается у поверхности теплообменных панелей до температуры, когда пар становится насыщенным, а затем происходит конденсация. Процесс конденсации будет продолжаться также и днём, только сначала тёплый атмосферный воздух будет охлаждаться поверхностями теплообменных панелей, так как внутри теплообменных панелей протекает холодная вода, которая подаётся насосами из резервуаров большой ёмкости, заполненных водой и зарытых в землю на глубину более 5 м, до температуры, пока находящийся в нём пар не станет насыщенным. При нагреве воды в резервуаре холодильника выше установленной температуры система автоматического управления подключает к работе другой резервуар, а в отключённом резервуаре происходит охлаждение воды путём естественного теплообмена с холодным грунтом земли. Затем процесс повторяется в той же последовательности. При условии работы установки в течении 10 часов в сутки, суточная норма получения воды для установки с внешним диаметром 15 м с площадью конденсации около 2500 м<sup>2</sup> должна составить от 15 до 25 тонн.

С целью подтверждения возможности получения пресной воды на автономной установке для получения воды из атмосферного воздуха были проведены экспериментальные исследования. Экспериментальные исследования проводились на территории опытного производства Центрального аэрогидродинамического института имени Н.Е. Жуковского (город Жуковский Московской области) в июле 2005 года с 17:30 до 18:30 часов в условиях переменной облачности при средней температуре окружающего воздуха 25°C и относительной влажности около 70% [8–10]. В качестве конденсирующей поверхности была использована плоская теплообменная панель из коррозионно-стойкой стали толщиной 0,3 мм с суммарной площадью поверхности 0,5 м<sup>2</sup>. Панель при помощи гибких шлангов и патрубка подсоединялась к во-

допроводной сети, а из другого патрубка панели вода сливалась в канализацию. Для проведения эксперимента использовалась вода из системы водоснабжения, температура которой на входе в панель не превышала 12–13°C. Скорость подачи воды в панель составляла 5–6 л/мин. Для создания воздушного потока использовали бытовой вентилятор, которым была организована обдувка панели со скоростью 2–3 м/с. Эксперимент продолжался в течении одного часа. Полученную в результате конденсации воду собирали губкой (ввиду малого времени эксперимента) с поверхности в мерную ёмкость. В результате было получено за один час 0,28 л воды. То есть производительность установки для условий Москвы (очень неблагоприятных с точки зрения получения максимальной производительности) составляет примерно 0,56 л/ч. Таким образом, с одного квадратного метра за 10 часов можно получить 10–12 л пресной воды, а производительность промышленной установки с площадью конденсации 2500–3000 м<sup>2</sup> может достигать 32 тонн воды в сутки. Для работы данной установки не требуется никакой энергии, кроме солнечной, функционирует она в автоматическом режиме и является при этом абсолютно экологически безопасной.

Проведённые эксперименты подтвердили не только возможность получения пресной воды на автономной установке для получения пресной воды из атмосферного воздуха, но и её достаточно высокую эффективность, но, к сожалению, сегодня не существует ни одной промышленной установки по конденсации воды из атмосферы, хотя есть несколько бытовых решений для получения 10–100 л воды в сутки.





Основными рынками сбыта подобных промышленных установок будут страны Персидского залива, США (Калифорния и пр.), Австралия, Центральная Азия, Южная Европа, Северная Африка, Индия, Китай.

Вода, конденсируемая из атмосферы, является полностью возобновляемым природным ресурсом, для производства используются источники возобновляемой энергии, стоимость воды будет значительно ниже, чем воды из опреснительных станций, в тоже самое время стоимость опреснённой воды возрастет в несколько раз до 2030 года.

**Инвестиционная привлекательность проекта.** Для инвесторов и фондов, принявших решение инвестировать в проект на ранней стадии развития открываются перспективы по получению инвестиционного дохода, сравнимые с инвестициями на ранних стадиях в такие компании, как Facebook, WhatsApp, Skype, Instagram и прочие. В следующее десятилетие на рынок выйдут новые компании с технологиями, которые сегодня находятся на уровне ранних R&D. Это повлечёт за собой создание новой международной индустрии, развитие новых технологий на разных континентах.

Промышленные установки для получения не менее 20 тыс. литров воды в сутки планируется создавать с применением технологий, не имеющих никаких мировых аналогов.

Эти установки будут полностью энергонезависимыми, в качестве источника электроэнергии для работы всех узлов и агрегатов будет использоваться электроэнергия от PV-панелей или ветровых генераторов (это зависит от региональной специфики), часть электроэнергии будет продаваться через традиционные энергетические сети.

Для достижения максимальной энергоэффективности и экономической эффективности мы планируем устанавливать не единичные установки, а монтировать AWG Farms, в которых одновременно будет эксплуатироваться 15–30 установок, это позволит получать от 300 тыс. до 600 тыс. литров воды в сутки, или от 90 тыс. до 200 тыс. тонн воды в год.

**Патенты и «ноу-хау».** Сегодня готовы материалы и документы для нескольких патентов, для которых нужна международная патентная защита. В процессе создания производства промышленных установок будет создано и подано не менее нескольких сотен патентов для защиты изобретений и «ноу-хау».



**Производство.** Для создания производства промышленных установок необходимо наличие высокоразвитой инфраструктуры, современное и сварочное оборудование, последние разработки в области нержавеющей стали, материаловедения, PV-индустрии, специалисты-материаловеды, конструкторы, инженеры, теплотехники, технологи, логистики, специалисты ВИЭ (возобновляемые источники энергии) и т.п. После завершения работ с MVP мы планируем в течении года создать производство промышленных образцов.

**Промышленные установки для получения не менее 20 тыс. литров воды в сутки планируется создавать с применением технологий, не имеющих мировых аналогов. Эти установки будут полностью энергонезависимыми (будет использоваться электроэнергия от PV-панелей или ветровых генераторов)**

**Маркетинг и продажи.** Основными регионами мира, в которых есть огромный интерес к промышленным установкам конденсации воды являются: страны MENA, Центральная Азия, Южная Европа, Индия, Австралия, США, Китай, Северная и Южная Америка.

В качестве заказчиков и партнёров мы рассматриваем следующие типы организаций: частные и государственные компании, отвечающие за водоснабжение

и коммунальные услуги; частные и государственные компании, занимающиеся развитием альтернативной энергетики и возобновляемыми природными ресурсами; частные и государственные фонды и агентства; международные организации и фонды; различные благотворительные и прочие социально ориентированные организации.

До 2025 года общие инвестиции всех стран в альтернативные технологии получения воды оцениваются на уровне \$150–400 млрд.

**Инвестиции, потребность в финансировании.** Для завершения испытаний и создания MVP необходимо 15–20 млн рублей. Для создания производства промышленных установок необходимо \$22–24 млн. ●

1. Захаров И.А. Экологическая генетика и проблемы биосферы. — Л.: Знание, 1984.
2. Кузнецова В.Н. Экология России: Хрестоматия. — М.: АОМДС, 1995.
3. Небел Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир. Пер. с англ. — М.: Мир, 1993.
4. Патент РФ №20564479 «Установка для конденсации пресной воды из атмосферного воздуха».
5. Патент РФ №2131001 «Установка для получения пресной воды из атмосферного воздуха».
6. United States Patent №6.116.034 System for Fresh Water From Atmospheric. AIR/Sep/2000.
7. Патент РФ №2256036. Автономная установка для конденсации пресной воды из атмосферного воздуха.
8. Semenov I.E. Autonomous installation for condensation of fresh water from atmospheric air. Das int. Simposium «Okologische, technologische und rechtliche Aspekte der Lebensversorgung». «ERO-EGO. Hannover. 2012.
9. Семенов И.Е. Автономная установка для конденсации пресной воды из атмосферного воздуха // ВиСТ, №12/2007.
10. Семенов И.Е. Вода из воздуха // Вода и экология, №4/2014.

ОТОПЛЕНИЕ

## Конденсационные котлы в России: текущее состояние рынка и его перспективы

В странах Европы на протяжении ряда последних десятилетий уделяется самое пристальное внимание вопросам энергосбережения и защиты окружающей среды. Одним из воплощений данного тренда является создание конденсационного газового котла.

**Автор:** Леонид ЧИНЯКОВ,  
руководитель отдела обучения  
компании ООО «Бош Термотехника»



Первые подобные модели были предложены европейским потребителям ещё в начале 1980-х годов. В настоящее время конденсационные котлы постепенно приходят на смену традиционным конвекционным котлам, как в промышленности, так и в быту. В Европе данный сегмент рынка насчитывает десятки предложений от ряда ведущих производителей, среди которых находятся и предприятия группы Bosch, стоявшие у истоков конденсационной технологии. На российском рынке ряд импортных моделей подобных котлов представлен в том числе бытовыми котлами Bosch Condens 3000W, 5000W, 7000W, Buderus Logamax Plus GB072, GB162, GB172i и Logano GB102, а также соответствующими промышленными решениями.

В настоящее время российский сегмент конденсационных котлов переживает трудности после ряда успешных лет.



Определённого объёма он достиг ещё в конце 2000-х годов, в дальнейшем демонстрируя активный рост вплоть до 2014 года. Так, если в 2010 году объём российского рынка, по оценке компании «Бош Термотехника», составлял 3100 штук, в 2014-м он вырос в 3,2 раза, достигнув 10 тыс. штук. По прогнозам компании, в 2015 году сегмент ждёт спад продаж примерно на 10% с последующей стабилизацией динамики в 2016 году. Стоит отметить, что в масштабах всего рынка газовых отопительных котлов доля данной узкой ниши не достигает и 1%.

**В Европе сегмент конденсационной отопительной техники насчитывает десятки предложений от ряда ведущих производителей, среди которых находятся и предприятия группы Bosch, стоявшие у истоков конденсационной технологии**

На сегодняшний день можно выделить ряд очевидных причин, замедляющих распространение данного вида котлов в России, несмотря на все его преимущества. Однако существуют и определённые тенденции, позволяющие говорить о переломе тренда и восстановлении активного роста вплоть до 2020 года.

Как известно, ключевым преимуществом как бытовых, так и промышленных конденсационных котлов является более высокий КПД благодаря эффективному использованию энергетического потенциала природного газа. Теоретический КПД при этом составляет 111%, на практике достижимы показатели в 110,2%. В связи с этим по сравнению с традиционными решениями затраты на отопление могут быть ниже на 30–35%,



выбросов оксидов азота и углерода — на 80–90%. Для промышленных конденсационных котлов важными преимуществами также являются более высокая компактность (до 400 кВт на 1 м<sup>2</sup>), более низкий вес и меньший уровень шума, возможность каскадирования и вследствие этого повышение надёжности эксплуатации, возможность установки удобного дымохода-конструктора. В настоящее время такие котлы с успехом используются для оборудования крышных котельных по всей России при наиболее популярной единичной мощности напольного котла в 100 кВт. Подобная котельная отапливает центральный офис «Бош Термотехника», построенный в 2014 году в подмосковных Химках.



❖ Котёл Buderus Logamax plus GB172i



❖ Котёл Bosch Condens 5000W

В потребительском сегменте ключевое значение имеют факторы удобства и имиджа. Так, новые модели котлов оснащаются современной более простой и удобной автоматикой, которая в сочетании с модным дизайном и инновационностью конденсационной технологии привлекает покупателей — «ранних последователей». Именно эта группа, по данным «Бош Термотехника», в настоящий момент во многом определяет спрос на бытовые конденсационные котлы в России. Для них компания предлагает модели Buderus Logamax Plus GB172i с декоративной фронтальной панелью Titanium Glass и комнатным регулятором Logamatic TC100 с touch-панелью, позволяющим управлять котлом удалённо при помощи мобильного приложения.

Основная причина малой популярности конденсационных котлов — более высокая стоимость. В настоящий момент

такие котлы дороже традиционных как минимум на 20–30%. Это связано с использованием в них деталей, устойчивых к воздействию образующегося кислотного конденсата. Принимая во внимание, что российский газ в шесть раз дешевле европейского, сроки окупаемости вложений в конденсационные котлы в России значительно больше. К факторам, препятствующим росту популярности таких котлов, также относится дефицит опыта грамотного проектирования и пусконаладки, а также отсутствие температурных условий для эффективной работы котла в конденсационном режиме. В более холодном российском климате КПД котла может быть ниже, чем в европейских условиях.

Далее перейдём к предпосылкам роста данного сегмента, способным переломить текущую тенденцию в России в сторону увеличения доли рынка. Всего можно

выделить три группы таких драйверов. К ценовым драйверам можно отнести возможный рост стоимости природного газа для российских потребителей и увеличение распространённости более дорогого, но доступного сжиженного газа. Среди репутационных драйверов стоит выделить повышение престижности владения инновационным отопительным устройством как предметом интерьера. Должны также принести плоды и усилия со стороны инженерных компаний-инноваторов по популяризации конденсационной технологии. Однако наиболее важной группой драйверов следует считать недавние революционные изменения в европейском экологическом законодательстве.

В сентябре 2015 года в Европейском союзе вступили в силу строгие правила так называемой Директивы экологического дизайна, запрещающие установку неконденсационной техники выходной мощностью до 400 кВт. По оценке компании «Бош Термотехника», данная инициатива значительно сократит объёмы производства конвекционных котлов в Европе, что приведёт к выравниванию цен на разные типы котлов. На снижение цен конденсационного оборудования повлияет и выход новых производителей на расширившийся рынок.

Российский рынок же ощутит на себе влияние данных событий уже в ближайшее время. По прогнозу «Бош Термотехника», к 2020 году продажи в России конденсационных котлов всех видов вырастут с 3100 в 2014 году до 42 тыс. в 2020-м. Иными словами, более чем в 13 раз при увеличении соответствующей доли рынка в четыре раза — до 4%. Таким образом, движение за энергосбережение и распространение «зелёных» технологий получит в России новый импульс. ●

ОТОПЛЕНИЕ

## Gekon. Новый шаг эволюции

В 2016 году российский рынок ждёт ряд ярких событий, одним из которых станет запуск международной Группой компаний «Терморос» новой линейки продукции под брендом Gekon. Наш корреспондент беседует с вице-президентом Группы компаний «Терморос» Александром МОЛЧАНОВЫМ.

❖ Нам было бы очень интересно узнать, что за продукт вы анонсируете под маркой Gekon?

А.М.: Эта история началась в 1997 году в компании с замечательными партнёрами «Терморос» из Бельгии. Нашими первыми шагами было осознание необходимости изменения концепции отопления современных помещений, и это послужило предпосылкой появления бренда в России, а затем в Армении и на Украине. Идея оказалась настолько успешной, что вскоре само название приборов — Mini Canal — стало именем нарицательным, и это навело на мысль, что необходимо совершать следующий шаг. Этим шагом стало открытие совместного российско-бельгийского производства под всем уже известной маркой JagaRus. В процессе реализации этого проекта специалисты ГК «Терморос» успешно решили задачу адаптации продукции и технологических процессов к российской действительности — продажа более 500 тысяч погонных метров конвекторов Jaga и JagaRus является лучшим тому доказательством. Спрос на новый продукт подтвердил правильность этого решения, а те динамичные изменения, которые стали происходить на рынке, только ускорили процесс перехода на следующий этап развития — разработке полностью произведённых в России приборов. Таким образом и появился новый бренд Gekon. Gekon — это полностью российский продукт, произведённый в Подмосковье в соответствии с самыми высокими требованиями и нормами Российской Федерации из 100% российских компонентов. Gekon — это широкая линейка отопительных при-



❖ Александр МОЛЧАНОВ, вице-президент Группы компаний «Терморос»

боров от радиаторов до внутрипольных конвекторов.

❖ Спасибо, интересное погружение в историю появления марки Gekon. Однако не секрет, что на рынке много других российских производителей и достаточно жёсткая конкуренция. За счёт чего вы планируете преуспеть?

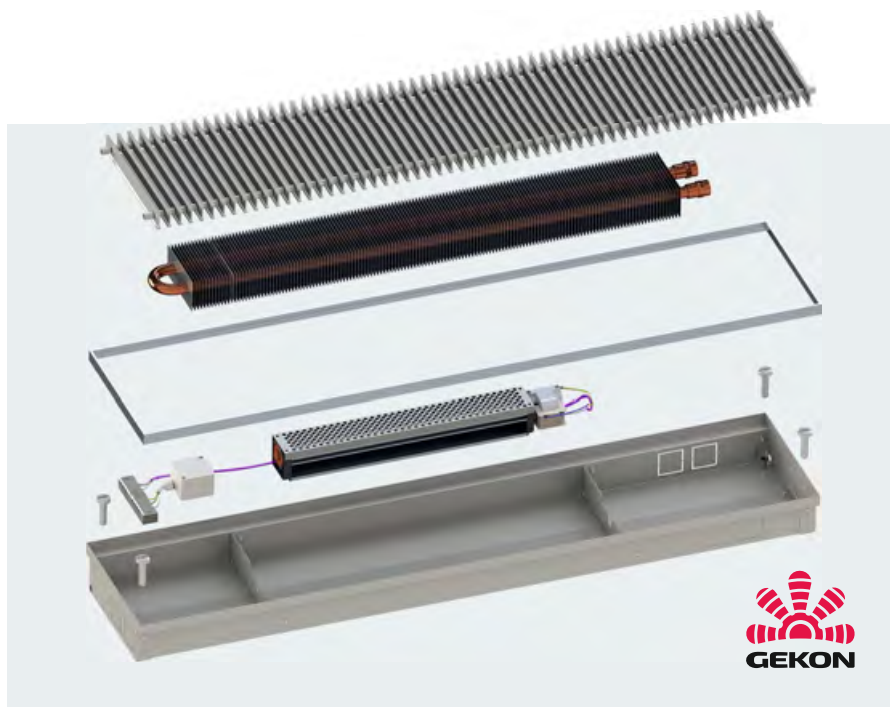
А.М.: Мы уже озвучили тот опыт, который получен ГК «Терморос» в формировании новых сегментов рынка отопительных приборов. Надеемся на самое интересное соревнование с нашими соперниками — и пусть победит сильнейший. Тем более что «Терморос» неоднократно доказывал право быть первым с брендом Jaga. Наша безусловная победа подтверждается признанным экспертом рынка — согласно данным из отчёта исследования рынка отопительного оборудования РФ, составленного аналитическим агентством «Литвинчук Маркетинг», Jaga занимает первое место на российском рынке конвекторов.

Мы понимаем, каким ключевым аспектам должен соответствовать прибор



❖ Конвектор Mini Canal стал исключительно успешным прибором на отопительном рынке





❖ Конструкция внутрительного конвектора Gekon

отопления, произведённый в Российской Федерации. Он должен быть современным, надёжным, обеспечивающим лучшую стоимость за киловатт, а также прочным и устойчивым к внешним воздействиям. Все эти аспекты наши специалисты учли при разработке конструкции нового прибора Gekon.

При формировании технического решения и дизайна прибора эксперты Группы компаний «Терморос» проанализировали все сильные и слабые стороны наших уважаемых конкурентов. Проработано было всё до самых мелочей — крепёж, способ покраски, вид упаковки и многое другое. Получив первые образцы продукции, компанией были проведены неоднократные испытания, что позволило убедиться в качестве и усовершенствовать конструкцию прибора, и ещё раз подтвердить оптимальную стоимость за киловатт. У нас есть уверенность, что те

❖ Конвектор Gekon, внутрительная модель



❖ Конвектор Gekon, напольная модель



решения, которые создали в «Терморос», придется по вкусу не только дизайнерам интерьеров, но и компаниям, специализирующимся в массовом строительстве.

❖ Откуда появилось такое необычное для нашего рынка название?

А.М.: По нашему мнению геккон — это замечательное творение эволюции, которое сочетает самые разнообразные возможности, от элегантности и красоты до фантастических технических возможностей. Все эти особенности разработчики увидели и отобразили в наших приборах отопления. Они такие же гибкие и индивидуальные, надёжные и устойчивые, элегантные и совершенные. Поэтому никак по-другому — именно Gekon.

❖ Где и когда можно будет познакомиться поближе с маркой Gekon?

А.М.: Наша новинка будет впервые представлена в феврале 2016 года на московской выставке Aqua-Therm — мы приглашаем вас посетить стенд «Терморос» и лично познакомиться с Gekon.

Чуть позднее вы сможете встретить его в Санкт-Петербурге, Краснодаре, Казани, Уфе, Новосибирске и Екатеринбурге на складах «Терморос», а также в других городах России, где присутствуют наши партнёры. ●

**Официальный представитель:  
Группа компаний «Терморос»**



Тел.: +7 (495) 785-55-00

+7 (499) 500-00-01

[www.termoros.com](http://www.termoros.com)



Жилой район Щёлково, www.a11-px.com

## Оценка стратегического плана перевода систем теплоснабжения на закрытую схему

В статье представлены результаты анализа основных направлений повышения эффективности систем теплоснабжения при переходе на закрытую схему. Для оценки экономических показателей авторами были выявлены основные направления возможного снижения затрат при переходе на закрытую схему — уменьшение затрат на химводоочистку (ХВО) и подпитку тепловой сети на ТЭЦ. В тоже время потребуются дополнительные средства для оборудования тепловых пунктов подогревателями горячей воды и системами ХВО.

**Авторы:** Ю.И. ТОЛСТОВА; С.А. ГОЛУБЕНКО, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (ФГАОУ ВПО «УрФУ»)

Статья подготовлена на основе материалов сборника докладов VI Международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции» НИУ МГСУ.

В предлагаемом материале авторами была выполнена оценка затрат на примере жилого района с тепловой нагрузкой около 70 МВт. Установлено, что перевод систем теплоснабжения на закрытую схему — дорогостоящее мероприятие, требующее значительных капиталовложений, а экономический эффект не покрывает затрат на переоборудование тепловых пунктов объектов теплоснабжения.

Согласно Федеральному закону от 7 декабря 2011 года №417-ФЗ, подключение объектов капитального строительства к централизованным открытым системам теплоснабжения с отбором теплоносителя на нужды горячего водоснабжения не допускается. С 1 января 2022 года не допускается использование централизованных открытых систем теплоснабжения. В качестве обоснования закона указываются экономические показатели и гигиенические требования к качеству горячей воды систем горячего водоснабжения. Однако наблюдается некоторое недопонимание проблемы и отсутствие аргументированных данных, подтверждающих эффективность принятого стратегического плана. В связи с этим, для обоснования основных про-

ектных решений требуются многовариантные расчёты, о необходимости которых указывается, например, в работе [1].

Город Екатеринбург вошёл в число городов, где уже приступили к разработке схем закрытого теплоснабжения, когда горячая вода готовится посредством нагревания холодной воды в центральных (ЦТП) или индивидуальных (ИТП) тепловых пунктах.

В инженерной практике принято оценивать основные решения по экономическим условиям: оптимальному варианту должны соответствовать минимальные затраты финансовых средств. Методика экономических расчётов систем теплоснабжения и основные направления оптимизации изложены в работе [2].

В СНиП 2.04.07-86\* «Тепловые сети» указано, что система теплоснабжения (открытая, закрытая, в том числе с отдельными сетями горячего водоснабжения, смешанная) выбирается на основе представляемого проектной организацией технико-экономического сравнения различных систем с учётом местных экологических, экономических условий и последствий от принятия того или иного решения.



Фото «Архитектурная Мастерская Цыцина», www.a11mcs.ru



Однако в Своде Правил (СП) 124.13330.2012 представлена более неопределённая формулировка: «Пункт 6.6. Система теплоснабжения (открытая, закрытая) выбирается на основании утверждённой в установленном порядке схемы теплоснабжения».

Для оценки экономических показателей авторами были выявлены основные направления возможного снижения затрат при переходе на закрытую схему: уменьшение затрат электроэнергии на подпитку тепловой сети на теплоэлектроцентрали и уменьшение затрат на химводоочистку (ХВО) на ТЭЦ.

В то же время потребуются дополнительные средства для переоборудования тепловых пунктов: установка подогревателей горячей воды и оборудование тепловых пунктов системами ХВО.

Кроме того, потребовалось оценить возможное изменение расхода теплоносителя в тепловой сети при переходе на закрытую схему, диаметра труб и потерь теплоты при транспортировании теплоносителя.

Оценка затрат при переходе на закрытую схему теплоснабжения была выполнена на примере жилого района с тепловой нагрузкой около 70 МВт, в том числе на отопление и вентиляцию — около 60 МВт, на горячее водоснабжение (средняя) — около 10 МВт.

Расходы теплоносителя были рассчитаны по СНиП 2.04.07–86\* «Тепловые сети», так как в последующих изданиях необходимые формулы не приводятся.

Несмотря на различие формул для определения расходов теплоносителя на горячее водоснабжение в открытой и закрытой системах, значения суммарного расчётного расхода отличаются не более, чем на 9%. Следовательно, диаметр труб, толщина тепловой изоляции и размеры сопутствующего механического оборудования и строительных конструкций будут одинаковыми в открытой и закрытой системах.

Сопоставим производительность подпиточных насосов на ТЭЦ. Рекомендации по расчёту максимального часового расхода подпиточной воды приводятся в СП 124.13330.2012 «Тепловые сети».

Для закрытой схемы расход принимается на компенсацию потерь сетевой воды в размере 0,0025 объёма воды в системе с учётом расхода на заполнение системы. Объём воды приблизительно равен 65 м<sup>3</sup> на 1 МВт расчётного теплового потока, расход воды на заполнение при диаметре магистрального участка 400 мм составляет 65 кг/ч.

При величине расчётного теплового потока 70 МВт производительность подпиточных насосов на ТЭЦ составит для закрытой схемы:

$$G_{\text{закр}} = 70 \times 65 \times 0,0025 + 65 = 76,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для открытых схем производительность подпиточных насосов на ТЭЦ принимается равной сумме расхода воды на компенсацию потерь сетевой воды в размере 0,0025 объёма воды в системе и максимального расхода воды на горячее водоснабжение. Объём воды в открытой системе 70 м<sup>3</sup> на 1 МВт расчётного теплового потока. Получим:

$$G_{\text{откр}} = 70 \times 70 \times 0,0025 + 1,2 \times 40 \times 3,6 = 185 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Таким образом, производительность подпиточных насосов на ТЭЦ при переходе на закрытую схему может уменьшиться почти в 2,5 раза, что повлияет на затраты на химводоочистку и расход электроэнергии на перекачку воды.



**SUPER  
RESOLUTION  
4x  
MORE PIXELS**

**Super Resolution  
теперь бесплатно!**

**Для тех,  
кому важен результат**

**testo 870:  
для специалистов систем отопления.**

- Детектор 160 x 120 пикселей
- Интуитивное управление
- Лучшая цена в своем классе
- Технология SuperResolution (320 x 240 пикселей) в комплекте поставки

На правах рекламы.

Экономическое сравнение затрат на химводоочистку и подпитку ТЭЦ

табл. 1

№	Показатели	Варианты	
		закрытая схема	открытая схема
1	Годовые эксплуатационные расходы [млн руб/год]: на ХВО / на электроэнергию / итого	10 / 0,148 / 10,15	24 / 0,736 / 24,7
2	Годовой экономический эффект, млн руб/год	14,6	

Экономическое сравнение вариантов устройства ИТП

табл. 2

№	Показатели	Варианты	
		закрытая схема	открытая схема
1	Капитальные вложения, тыс. руб.	645	213
2	Годовые эксплуатационные расходы [тыс. руб/год] — всего / в том числе: ХВО / ремонт / заработная плата / амортизация / прочие	805 / 137 / 96 / 378 / 40 / 154	550 / — / 30 / 378 / 14 / 128
3	Годовые приведённые затраты, тыс. руб/год	882	576
4	Годовой экономический эффект, тыс. руб/год	306	306

Показатели энергоэффективности

табл. 3

№	Наименование показателей	Открытая схема	Закрытая схема
1	Потери и затраты теплоносителя, м³/ч	185	76,4
2	Потери через изоляцию труб тепловых сетей, МВт	1,6	1,6
3	Объём подпитки тепловых сетей, м³/ч	185	76
4	Расход тепловой энергии в тепловой сети, МВт	70	70
5	Затраты электроэнергии на передачу тепловой энергии, включая затраты насосными группами источника теплоснабжения, кВт	200	170

Химическая водоочистка является важнейшим этапом подготовки воды и обеспечивает надёжность работы системы теплоснабжения в целом [3]. Стоимость химводоочистки составляет 15 руб. на 1 м³ деаэрированной воды и зависит от объёмов подпитки.

Соответственно, при закрытой схеме для условий примера получим значение годовых затрат на ХВО:

$3 = 76,4 \times 365 \times 24 \times 15 = 10$  млн руб/год; при открытой схеме затраты на ХВО составят величину:

$$3 = 185 \times 365 \times 24 \times 15 = 24 \text{ млн руб/год.}$$

Соответственно, возрастают расход электроэнергии и затраты на её оплату. Для закрытой схемы годовой расход электроэнергии узла подпитки ТЭЦ составит 43 тыс. кВт·ч, для открытой — 184 кВт·ч.

При стоимости электроэнергии 4 руб. за 1 кВт·ч получим величину затрат на электроэнергию узла подпитки ТЭЦ 148 тыс. руб/год и 736 тыс. руб/год для открытой и закрытой схем соответственно. Результаты сравнения затрат узла подпитки на ТЭЦ приведены в табл. 1.

Таким образом, переход на закрытую схему может дать экономический эффект для источника теплоснабжения порядка 14,6 млн руб/год.

Однако потребуется оборудование тепловых пунктов теплообменниками и установками ХВО. Авторами была выполнена оценка затрат на переоборудование индивидуального теплового пункта (ИТП) на примере жилого дома с теп-

ловой нагрузкой на отопление 290 кВт и максимальной на горячее водоснабжение 132 кВт. Использовались рекомендации, приведённые в работах [4, 5].

**Полученные результаты позволяют оценить энергоэффективность тепловой сети в соответствии с требованиями СП 124.13330.2012. Было показано, что расход теплоты и теплоносителя, а также диаметр труб при закрытых и открытых схемах практически одинаковые. Основное различие — в объёмах подпитки и расходах электроэнергии. Однако при закрытых схемах увеличивается нагрузка на системы ХВС. Неслучайно было указано, что выбор открытой или закрытой схемы определяется наличием и мощностью источников водоснабжения в районе ТЭЦ и в городе**

Согласно локальной смете, включающей установку подогревателей для горячего водоснабжения, термометров, манометров, водомерных узлов, грязевиков, предохранительных клапанов, регуляторов, а также монтажных и наладочных работ, затраты составили около 645 тыс. руб. В то же время затраты на аналогичный ИТП для открытой схемы не превышают 213 тыс. руб.

С учётом эксплуатационных расходов приведённые затраты на ИТП указанной мощности составят для закрытой схемы 882 тыс. руб/год.

В табл. 2 приведены результаты сравнения экономических показателей открытой и закрытой схем теплоснабжения для ИТП. Итоговые данные показывают, что при переводе на закрытую схему дополнительные затраты могут составить около 900 тыс. руб. на один ИТП жилого дома с суммарной тепловой нагрузкой 420 кВт. Учитывая количество объектов, капитальные затраты на переоборудование ИТП могут составить для жилого квартала не менее 6 млн руб.

Кроме того, при закрытой схеме возрастают эксплуатационные расходы до 250 тыс. руб/год на один ИТП, а для квартала — до 2,5 млн руб/год.

Полученные результаты позволяют оценить энергоэффективность тепловой сети в соответствии с требованиями свода Правил СП 124.13330.2012. Энергоэффективность характеризуется отношением тепловой энергии, полученной потребителями, к тепловой энергии, выданной от источника.

Сравним основные показатели открытой и закрытой схем (табл. 3). Было показано, что расход теплоты и теплоносителя, а также диаметр труб при закрытых и открытых схемах практически одинаковые. Основное различие — в объёмах подпитки и расходах электроэнергии. Однако при закрытых схемах увеличивается нагрузка на системы холодного водоснабжения. Неслучайно специалисты указывали, что выбор открытой или закрытой схемы определяется наличием и мощностью источников водоснабжения в районе ТЭЦ и в городе [6].

Выполненный в данной статье анализ подтверждает необходимость детальных расчётов и технико-экономического обоснования с учётом региональных условий и планов развития муниципальных образований. ●

- Орлов М.Е., Шарапов В.И. Повышение эффективности городских систем теплоснабжения за счёт совершенствования их структуры // Сб. докл. V Межд. науч.-техн. конф. «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции». — М.: МГСУ, 2013.
- Ионин А.А. Теплоснабжение / А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов, В.Н. Братенков и др. — М.: Стройиздат, 1982. Репринт. М.: Эколит, 2011.
- Магадеев В.Ш. Источники и системы теплоснабжения. — М.: ИД «Энергия», 2013.
- Самарин О.Д. Теплофизические и технико-экономические основы теплотехнической безопасности и энергосбережения в здании. — М.: МГСУ, 2007.
- Дмитриев А.Н., Ковалев И.Н., Шилкин Н.В. и др. Руководство по оценке эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия. — М.: АВОК-Пресс, 2005.
- Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. — М.: МЭИ, 2009.



KD **navien**

# NAVIEN SMART TOK\*

Будь на связи с теплом!



Виктор Ан

6-кратный Олимпийский  
и 6-кратный абсолютный  
чемпион Мира  
по шорт-треку,  
заслуженный мастер  
спорта России



На правах рекламы.

**Настенные двухконтурные  
газовые котлы SMART TOK\***

Удаленное управление  
с помощью смартфона и Wi-Fi!

[www.navien.ru](http://www.navien.ru)  
8 (800) 505 10 05  
(бесплатно по РФ)

\* Смарт Ток

ОТОПЛЕНИЕ

## Котлы SMART-TOK – умное решение для отопления квартиры и дома

Прошло уже два года с тех пор, как корейская компания KD Navien открыла официальное представительство в России — ООО «Навиен Рус». С момента открытия компания ООО «Навиен Рус» успешно осуществляет коммерческую деятельность на территории России.



Котёл Navien SMART-TOK с пультом управления

Основной вид деятельности компании Navien — производство конденсационных газовых и дизельных котлов, водонагревателей и отопительного оборудования. KD Navien экспортирует свою продукцию в 30 стран. Сегодня корейский отопительный гигант занимает лидирующие позиции по продаже котлов и водонагревателей на рынках Южной Кореи, Северной Америки и России. На этом компания не останавливается и после выхода на российский рынок и рынок стран СНГ расширяет своё присутствие на рынке Европы. В конце 2014 года открылось новое представительство KD Navien в Англии, что ускорит проникновение бренда на европейский рынок.

На основании успехов 2014 года компания Navien заявила о себе и в 2015 году. Во второй половине 2015 года Navien была запущена новая модель газового котла — Navien SMART-TOK. Новая модель совмещает в себе проверенное качество

и надёжность корейских котлов и инновационные SMART-функции:

- стабильная и безопасная работа даже при низком давлении газа (4 мбар);
- стабильная подача ГВС без колебаний температуры даже при эксплуатации несколькими пользователями;
- обеспечение точной температуры с помощью широкого рабочего диапазона и регулирования пламени;
- возможность выбора режима отопления по температуре подаваемого или обратного теплоносителя;
- наличие системы погодозависимой автоматики с датчиком наружной температуры позволяет автоматически регулировать температуру в помещении, исходя из изменений внешней среды, и помогает создавать комфортные условия;
- теплообменник, специально адаптированный к российским условиям эксплуатации, помогает уменьшать засорение и образование солей;



Котлами Navien SMART-TOK можно легко управлять через смартфон

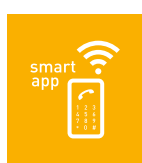


Устройство котла Navien SMART-TOK





❖ Способ установки котла Navien SMART-TOK — простая и лёгкая установка



#### SMART CONTROL

Везде, где есть Wi-Fi-интернет, можно свободно управлять котлом со смартфона, устанавливая таймер и круглосуточную программу отопления



#### SMART VOICE

С помощью выносного пульта управления и голосовых подсказок можно легко управлять котлом в различных режимах



#### SMART SAVE

Функция управления мощностью отопления в трёх разных режимах позволяет снизить расходы на газ

- бесперебойная работа котла при скачках напряжения в электросети  $\pm 30\%$  от 220 В благодаря адаптированному чипу SMPS;
- функция предотвращения от замерзания — при падении температуры в помещении автоматически запускаются циркуляционный насос и горелка;
- режим «Зима/Лето» позволяет котлу зимой работать комбинированно — на отопление и ГВС, а летом функционирует только система ГВС.

Котлы новой серии SMART-TOK позволяют осуществлять дистанционное управление системой отопления. Также можно задать ряд голосовых инструкций, с помощью которых можно легко управлять работой котла. На котлах SMART-TOK можно установить таймер, благодаря которому можно запрограммировать желаемое время отопления. Мощность данных котлов составляет от 13 до 35 кВт. С момента их запуска в июле 2015 года прошло менее полугода, но уже получе-

ны первые положительные отзывы от российских потребителей.

Новые котлы Navien SMART-TOK обладают множеством SMART-функций, позволяющих персонализировать настройки и подобрать оптимальные режимы отопления и ГВС. Данная технология не имеет аналогов на российском рынке и призвана занять лидирующее место в своём сегменте, оправдав инвестиции компании в разработку нового инновационного продукта. ●

#### ❖ Технические характеристики умного котла SMART-TOK

табл. 1

Технические характеристики	13K	16K	20K	24K	30K	35K	
Категория	II <sub>2</sub> НЗР	II <sub>2</sub> НЗР	II <sub>2</sub> НЗР	II <sub>2</sub> НЗР	II <sub>2</sub> НЗР	II <sub>2</sub> НЗР	
Исполнение	C13, C43, C53	C13, C43, C53	C13, C43, C53	C13, C43, C53	C13, C43, C53	C13, C43, C53	
Назначение	отопление (ОВ) и нагрев воды для хозяйственных нужд (ГВС)						
Топливо	природный газ / сжиженный газ						
КПД, %	92,5	92,0	91,7	91,0	90,5	90,5	
Тепловая мощность, кВт	ОВ / ГВС	8–13 / 24	8–16 / 24	8–20 / 24	8–24 / 24	11–30 / 30	13–35 / 35
Отапливаемая мощность, м <sup>2</sup>		до 130	до 160	до 200	до 240	до 300	до 350
Температура нагрева ОВ, °С		40–80	40–80	40–80	40–80	40–80	40–80
Максимальная температура, °С		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Максимальное рабочее давление ОВ, бар		3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Температура нагрева воды в системе ГВС, °С		30–60	30–60	30–60	30–60	30–60	30–60
Рабочее давление ГВС, бар	min / max	0,3 / 8,0	0,3 / 8,0	0,3 / 8,0	0,3 / 8,0	0,3 / 8,0	0,3 / 8,0
Производительность ГВС, л/мин.	$\Delta t = 25 / 40$ °С	13,8 / 8,6	13,8 / 8,6	13,8 / 8,6	13,8 / 8,6	17,2 / 10,8	20,1 / 12,5
Расход газа (min / max)	Природный газ, м <sup>3</sup> /ч	0,95 / 1,51	0,95 / 1,86	0,95 / 2,32	0,95 / 2,79	1,27 / 3,53	1,48 / 4,12
	Сжиженный газ, кг/ч	0,79 / 1,16	0,79 / 1,43	0,79 / 1,79	0,79 / 2,15	1,06 / 2,69	1,23 / 3,14
Давление газа на входе	Природный газ, м <sup>3</sup> /ч	10–25	10–25	10–25	10–25	10–25	10–25
	Сжиженный газ, кг/ч	28–37	28–37	28–37	28–37	28–37	28–37
Напряжение и частота, В / Гц		220 / 50	220 / 50	220 / 50	220 / 50	220 / 50	220 / 50
Потребляемая мощность, Вт		150	150	150	150	150	150
Диаметр труб системы дымоудаления, мм		60/100 (80/80)	60/100 (80/80)	60/100 (80/80)	60/100 (80/80)	60/100 (80/80)	60/100 (80/80)
Присоединительные размеры, мм (дюйм)	ОВ / ГВС / Газ	G¾" / G½" / G½"	G¾" / G½" / G½"	G¾" / G½" / G½"	G¾" / G½" / G½"	G¾" / G½" / G¾"	G¾" / G½" / G¾"
Габаритные размеры (в×ш×г), мм		695×440×290	695×440×290	695×440×290	695×440×290	695×440×290	695×440×290
Вес (без воды), кг		28	28	28	28	29	30

## Большие возможности малой автоматизации

В данной статье приводится опыт модернизации котельной. Автоматизация уже существующей котельной всегда представляет более сложную задачу, чем новой. При модернизации приходится учитывать уже реализованную гидравлическую систему, установленное оборудование, причём не только в котельной, но и в помещениях.

Автор: Н.И. ЛЕБЕДЕВ



Специалистами компании «Риссерт» была проведена автоматизация и диспетчеризация уже работающей котельной двухэтажного коттеджа в Московской области площадью 250 м<sup>2</sup>. Изначально гидравлическая схема была подобрана и реализована для дровяного котла длительного горения Candle. Были установлены гидравлическая стрелка, два смесительных контура с четырёхходовыми клапанами без приводов, насос для загрузки бака ГВС, циркуляционный насос ГВС. Помещения обогревались стальными панельными радиаторами с термостатическими клапанами и головками, внутрипольными конвекторами с вентиляторами, но без клапанов на подаче теплоносителя, и тёплыми полами. Работой вентиляторов конвекторов управляли комнатные радиотермостаты, а приводами клапанов на коллекторе тёплого пола — другие радиотермостаты.

Затем к коттеджу был подведён газ и установлен настенный итальянский газовый котёл, а дровяной остался в качестве резервного источника тепла. Выбор настенного котла был продиктован недостатком места в котельной для напольного.

Эксплуатация такой котельной и системы отопления дома в течении нескольких отопительных сезонов показало сложность регулирования температур в помещениях путём ручной регулировки температуры воды на котле и уставок комнатных термостатов. В помещениях наблюдалась завышенная температура, до 25 °С, очевидно, из-за пассивной теплоотдачи внутрипольных конвекторов. Было затруднительно устанавливать и пониженные температуры воздуха в помещениях на период, когда в коттедже никого не было. Для этого нужно было установить настройки многочисленных комнатных термостатов и термостатических головок на экономичный режим отопления, а по приезду в коттедж снова их все установить на комфортный. Поскольку вре-

**Контроллер Synco 700, комнатный модуль QAW740 и web-модуль OZW772 были объединены в единую сеть KNX витой парой. В дальнейшем при плановом ремонте помещений можно будет расширить сеть**

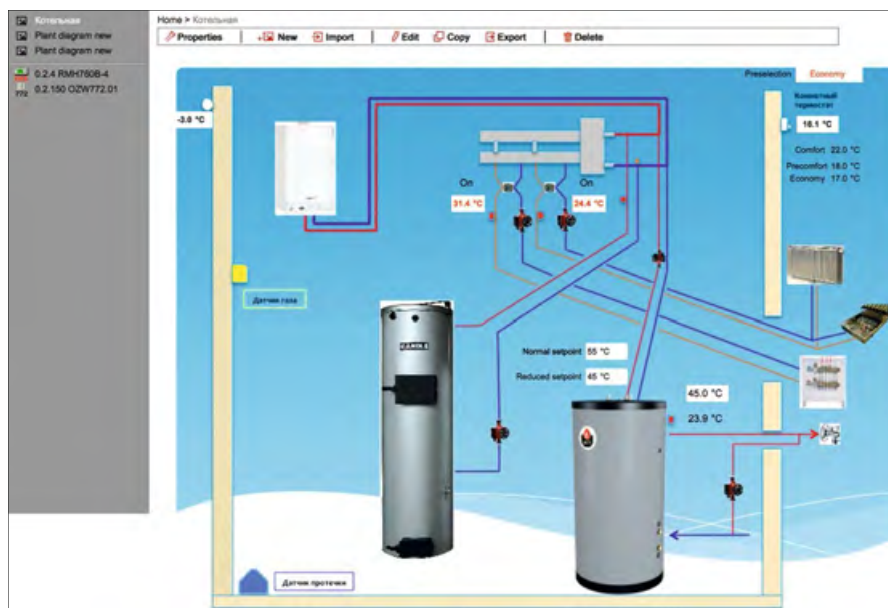
мя прогрева занимает несколько часов, это приводило к дискомфорту. В результате никто этого не делал и температура воздуха в коттедже всегда оставалась завышенной.

Также периодически происходили остановки газового котла вследствие отключений электричества и по другим причинам, которые, к счастью, не привели к разморозке системы, но доставили владельцу хлопот.

Была поставлена задача модернизировать систему отопления так, чтобы можно было управлять температурой воздуха в помещениях, обеспечивая комфортный режим во время пребывания там людей и экономный при их отсутствии, удалённый мониторинг работоспособности оборудования через интернет и управление системой локально и удалённо. При этом вносил минимум изменений в обвязку котельной, без прокладки кабелей в помещениях и недорого.

Было решено установить погодозависимую автоматику в котельной и один общий комнатный термостат для контроля температуры воздуха. На смесительные клапаны установили трёхпозиционные приводы.

Для управления совмещённым смесительным контуром радиаторного и конвекторного отопления, смесительным контуром напольного отопления, загрузочным и циркуляционным насосами ГВС был выбран контроллер Synco 700, поддерживающий открытый протокол связи KNX, с двумя модулями расширения и датчики температуры производства Siemens.



•• Принципиальная схема новой автоматизированной системы отопления





Для контроля и задания уставок комнатной температуры использовали термостат Siemens QAW740, с протоколом KNX. Для мониторинга и управления через интернет применили web-модуль диспетчеризации Siemens OZW772, который также поддерживает протокол KNX.

Контроллер Synco 700, комнатный модуль QAW740 и web-модуль OZW772 были объединены в единую сеть KNX витой парой. В дальнейшем при плановом ремонте помещений можно будет расширить сеть, установив комнатные термостаты типа RDG-100KN, -160KN, поддерживающие KNX, для согласованного управления встроенными в пол конвекторами, радиаторами и тёплыми полами в каждой комнате и выработке тепла точно в соответствии с запросами потребителей и возможности удалённого управления температурой воздуха в отдельном помещении. Одно помещение — один термостат. Вот принцип эффективного управления микроклиматом.

Выбрали именно свободно конфигурируемый контроллер Synco 700, поскольку он имеет модульную архитектуру, что позволяет выбрать оптимальную конфигурацию и наращивать систему в дальнейшем, при появлении новых контуров отопления, может управлять одно-, двухступенчатой или модулированной горелкой, поддерживает до четырёх смесительных контуров с трёхпозиционными и аналоговыми приводами клапанов и 41 гидравлическую схему с возможностью адаптации к конкретной установке, несколько типов датчиков температуры, датчики давления, загазованности и протечки, поддерживает открытый международный протокол связи KNX, что позволяет объединять в сеть до 250 комнатных термостатов, а также вентиляционные установки, кондиционеры, системы освещения, безопасности, бытовые приборы, причём различных производителей. Вообще, сеть KNX может поддерживать до 15 тыс. устройств.

Кроме того, управление контроллером Synco 700 и комнатными термостатами через Интернет возможно как по статическому IP-адресу, который стоит дополнительных денег и не всегда доступен, так и через защищённый сайт Siemens, через обычный выход в сеть, обеспечиваемый обычным домашним роутером.

В результате модернизации и запуска системы автоматизации котельной стало возможным: автоматически поддерживать заданную температуру воздуха в помещении, выбирая между режимами «комфорт», «прекомфорт», «экономия», «защита от замерзания»; изменять уставки температуры и режимы работы локально и через Интернет; постоянно контролировать температуры воздуха и воды в режиме online; мгновенно получать аварийные сообщения; реализовать функцию «защиты от легионеллы» в системе ГВС.

Всё это позволило обеспечить комфорт, экономию тепловой и электрической энергии и своевременную реакцию на аварийные ситуации.

Подобное решение с контроллерами Synco 700 можно использовать как для коттеджей, так и для других зданий (гостиниц, баз отдыха, бизнес центров, магазинов, ресторанов, больниц, школ, ферм, заводов и т.д.). Причём как для новых, так и реконструируемых. И с любыми марками котлов.

Россия — огромная страна с колоссальными ресурсами, но низкой плотностью населения, подчас суровыми климатическими условиями и, к сожалению, пока низкой энергоэффективностью систем теплоснабжения. Произведённая энергия безвозвратно тратится на обогрев улицы, опустошая кошельки владельцев зданий. Сложившуюся ситуацию пора бесповоротно менять.

Массовое внедрение автоматизации, соединённое с современными телекоммуникациями, позволит добиться не только значительной экономии энергии, но и перейти на качественно новый уровень экономического развития. ●



## Точно. Надежно. Просто.

### testo 310:

#### Анализ дымовых газов - это просто.

- Докризисная цена! Базовый комплект 34 900 руб.
- Ресурс батареи до 10 часов
- Интегрированное меню для измерения: дымовых газов, тяги, уровня CO и давления

ОТОПЛЕНИЕ

## Котельная EVOLUTION Visio — мощность от 57 до 270 кВт

С начала 2016 года марка Frisquet предлагает новое модульное решение, которое объединяет в себе простоту и высокие технологии, — низкотемпературную каскадную котельную EVOLUTION Visio. Её эффективность основывается на эксклюзивных решениях, которые развиваются с 1936 года компанией Frisquet France, семейным предприятием, уже третье поколение которого работает в сфере производства газовых котлов.

В котельной Visio используются обычные бытовые котлы серии EVOLUTION. На одном таком котле можно сделать до трёх контуров традиционного отопления или до двух контуров специфического отопления (при условии, что требования каждого контура по мощности и расходу должны соблюдаться).

При большой мощности системы отопления (когда одного бытового котла недостаточно) можно создать каскадную систему из двух-шести котлов серии EVOLUTION Visio общей мощностью от 57 до 270 кВт (фото 1).

В данном случае необходимо запрограммировать каждый котёл в котельной и определить ведущий котёл, а другие котлы, соответственно, будут ведомыми. Здесь ведущий котёл также может поддерживать столько контуров, сколько и один бытовой котёл EVOLUTION. А каждый ведомый котёл будет уже работать на поддержание главного контура отопления (рис. 1). К нему также может быть подключён бойлер UPEC.

Отметим главные особенности каскадной бытовой котельной от Frisquet.

Во-первых, функция котельной интегрирована в серийный выпуск всех котлов EVOLUTION. Что это значит? Как правило, традиционная каскадная котельная обязательно имеет контроллер, предназначенный для управления установкой, и этот контроллер должен быть связан с каждым из котлов в системе котельной. Установка котельной EVOLUTION Visio облегчается за счёт того, что Frisquet серийно устанавливает контроллер во всех котлах EVOLUTION Visio. Поэтому для того, чтобы сделать из обычного индиви-



дуального котла EVOLUTION модульный котёл, необходимо просто активировать в нём функцию котельной. То есть котёл становится ведущим, а другие котлы — ведомыми.

Ещё одной особенностью является полностью беспроводное решение — нет никаких проводов, соединяющих котлы, никаких проводных узлов с контроллером, поэтому ввод в эксплуатацию значительно облегчён, а сервисное обслуживание проходит так же просто, как и для индивидуальных котлов.

Также котельная EVOLUTION Visio обеспечивает высокий КПД на всех этапах работы. Она даёт возможность достигать высоких температур в специфических контурах отопления (бойлер ГВС, солнечный бойлер, бассейн) без привлечения всей системы котельной.

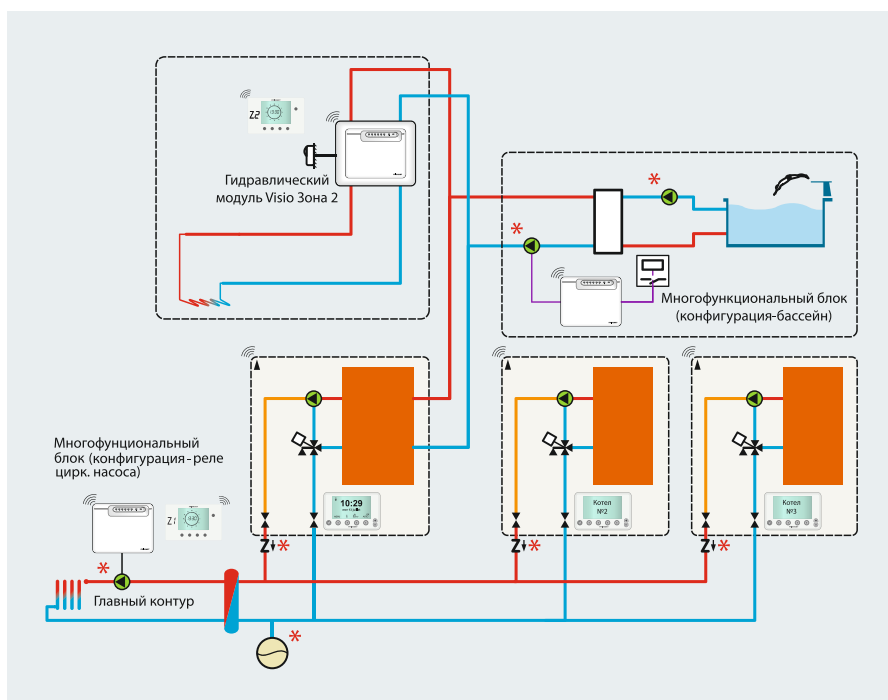
Все традиционные или специфические контуры отопления независимы, то есть котельная EVOLUTION Visio может отправлять воду разной температуры на каждый контур.



❖ Фото 1. Каскадная система из котлов серии EVOLUTION Visio

Автор: Алина НИКИШИНА, заместитель генерального директора ООО «Фриске РУС»





❖ Рис. 1. Принципиальная схема подключения отопительного оборудования Frisquet

**Рассмотрим пример.** Допустим, в отопительной системе есть два традиционных контура (главный контур с радиаторным отоплением и второй контур «Зона 2» — тёплый пол, подключённый и управляемый с помощью гидравлического модуля Н) и специфический контур «Бассейн» (рис. 1).

Представим, что в главном контуре температура на выходе равна 63 °С и что температура контура «Зоны 2» (тёплого пола) равна 35 °С. Как только появляется запрос на специфический контур («Бассейн»), ведущий котёл №1 подаёт 85 °С на бассейн, продолжая поддерживать 63 °С в контуре «Зоны 1» и 35 °С в контуре «Зоны 2» с помощью последовательного подключения ведомых котлов №2 и №3.

Такая система даёт возможность увеличивать температуру специфических контуров отопления без привлечения всей системы котельной.

К другим важным особенностям котельной от Frisquet относится модуляция мощности отопления от 0 до 100%, которая происходит благодаря оборудованию, серийно встроенному в каждый котёл. Это горелка, циркуляционный насос, четырёхходовой клапан, беспроводной комнатный термостат и встроенная в каждый котёл автоматика Eco Radio System Visio.

Именно на этой автоматике реализуется возможность многозонального отопления, где с помощью беспроводных термостатов регулируются отдельные зоны с разными температурами.

Устройство подобного многозонального управления котельной также позволяет проанализировать потребление тепла и горячей воды в течение текущего и прошлого года, чтобы при необходимости иметь возможность оптимизировать настройки отопительной системы.



❖ Котел Frisquet серии EVOLUTION в разрезе

Конфигурация котельной EVOLUTION Visio — это гарантия безостановочной работы, которую обеспечивает система Eco Radio System Visio: для этого достаточно просто запрограммировать другой котёл как ведущий.

Говоря о преимуществах котельной от Frisquet, нельзя не отметить высокую чистоту воздуха и экономию энергии. Все

**Котельная EVOLUTION Visio обеспечивает высокий КПД на всех этапах работы. Отметим, что все контуры отопления такой котельной независимы. К важным особенностям котельной от Frisquet относится также модуляция мощности отопления от 0 до 100 %**

котлы EVOLUTION оснащены горелкой FlatFire (фото 2), чьё качество горения позволяет достигать самых низких выбросов оксидов азота (NO<sub>x</sub>), которые, как известно, наносят вред здоровью (нарушение дыхания) и неблагоприятно влияют на экосистемы (кислотные дожди).

Также горелка FlatFire имеет самый высокий коэффициент полезного действия формирования смеси «воздух/газ» благодаря оснащению устройством Read, которое контролирует и время от времени регулирует смешивание «воздух/газ» в течение всего периода эксплуатации котла. Это обеспечивает отсутствие отклонений в процессе работы, кроме того, нет необходимости в корректировке во время ввода в эксплуатацию и во время осмотра. ●



❖ Рис. 2. Горелка FlatFire котла Frisquet серии EVOLUTION Visio

## Повышение надёжности городских теплофикационных систем

Разработаны технологии комбинированного теплоснабжения, которые позволяют значительно повысить надёжность и качество теплоснабжения потребителей. Оценены показатели надёжности традиционной и комбинированной систем теплоснабжения.

**Авторы:** П.Е. ЧАУКИН, аспирант; В.И. ШАРАПОВ, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции, ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «УлГТУ»)

Статья подготовлена на основе материалов сборника докладов VI Международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции» НИУ МГСУ.

Важнейшим условием создания и функционирования городских теплофикационных систем является надёжное обеспечение потребителей тепловой энергией требуемого качества, в заданном количестве, в течение определённого периода времени и недопущение ситуаций, опасных для людей и окружающей среды.

Особенностью современного состояния теплофикационных систем в большинстве городов России является значительный износ основного и вспомогательного оборудования ТЭЦ, котельных, магистральных и распределительных сетей, достигающий по оценкам специалистов 60–80%. По этой причине в ряде городов происходят крупные аварии магистральных теплопроводов не только в период зимнего максимума, но и в самом начале отопительного периода уже после гидравлических испытаний, примером может служить авария на тепловых сетях в городе Самаре в октябре 2010 года или несколько аварийных ситуаций в системе теплоснабжения города Санкт-Петербурга осенью 2012 года.

Также статистика утверждает, что, например, в тепловых сетях города Ульяновска за последние шесть лет число повреждений в тепловых сетях выросло в 3,5 раза [1].

Применяемое на ТЭЦ теплофикационное оборудование разработано несколько десятилетий назад и на сегодняшний день в значительной степени устарело и требует модернизации. За прошедшее время многие заложенные в основу проектов теплоисточников и систем транспортировки теплоты концептуальные технические и технологические решения требуют пересмотра или существенной корректировки. Эта необходимость обусловлена как кардинально из-

**Применяемое на ТЭЦ теплофикационное оборудование разработано несколько десятилетий назад и на сегодняшний день в значительной степени устарело и требует модернизации. Многие заложенные в основу проектов теплоисточников и систем транспортировки теплоты концептуальные технические и технологические решения требуют пересмотра или существенной корректировки**

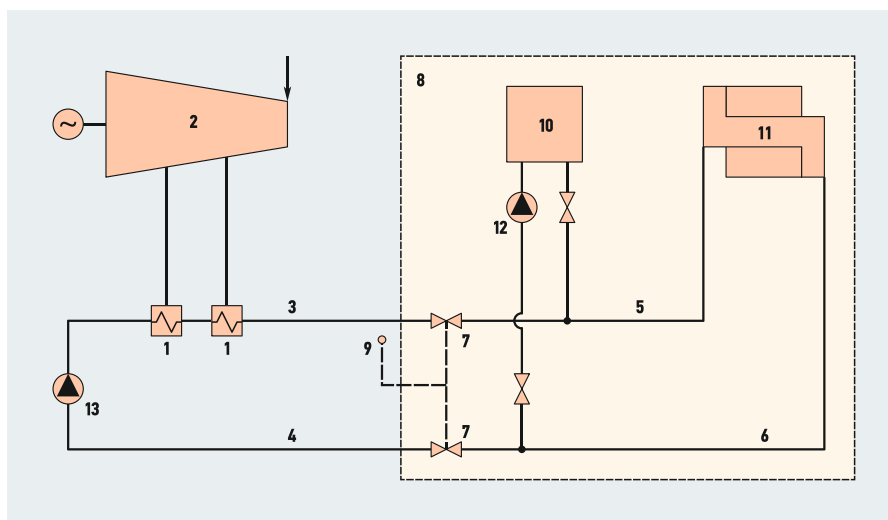
менившимися экономическими условиями, так и опытом зарубежных стран, показавшим огромные возможности совершенствования теплофикационных систем [2]. В связи с этим рядом исследователей в различных регионах России ведётся работа по сохранению и развитию преимуществ теплофикации путём создания комбинированных теплофикационных систем [3–5], сочетающих в себе элементы централизованных и децентрализованных систем теплоснабжения.

Рассматриваемые комбинированные теплофикационные системы, предназначенные для производства и подачи тепловой и электрической энергии потребителям, представляют собой сложные по структуре и многофункциональные по сути системы, связанные между собой различными технологическими процессами. Многофункциональность комбинированных теплофикационных систем обусловлена не только комбинированным характером производства энергии, но и теплоснабжением различных типов потребителей, каждый из которых предъявляет специфические требования по надёжности теплоснабжения.



Фото www.cheboксar.net





❖ **Рис. 2.** Схема комбинированной теплофикационной системы [вариант №1: 1 — сетевые подогреватели; 2 — теплофикационная турбина; 3 и 4 — подающий и обратный теплопроводы централизованной системы теплоснабжения; 5 и 6 — подающий и обратный теплопроводы местной системы теплоснабжения; 7 — запорные органы; 8 — местная система теплоснабжения; 9 — датчик давления (температуры или расхода теплоносителя); 10 — автономный источник теплоты; 11 — отопительные приборы абонентов; 12 — циркуляционный насос; 13 — сетевой насос]

Для повышения надёжности городских теплофикационных систем и развития преимуществ теплофикации, в Научно-исследовательской лаборатории «Теплоэнергетические системы и установки (НИЛ ТЭСУ) УлГТУ разработаны технологии комбинированного теплоснабжения [4, 6], которые предусматривают покрытие базовой части тепловой нагрузки системы теплоснабжения за счёт высокоэкономичных отборов пара теплофикационных турбин ТЭЦ и обеспечение пиковой нагрузки с помощью автономных пиковых теплоисточников, установленных непосредственно у абонентов. В качестве автономных пиковых источников используются газовые и электрические бытовые отопительные котлы, электрообогреватели и другие агрегаты.

При нарушениях гидравлических и температурных режимов в централизованной системе теплоснабжения обеспечение базовой нагрузки может осуществляться от автономных пиковых источников теплоты, установленных в местной системе теплоснабжения, которые при нормальной работе системы в базовом режиме будут находиться в резерве. Функциональное резервирование предусмотрено в СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» при совместной работе различных источников теплоты.

Одним из возможных подходов к повышению надёжности комбинированных систем теплоснабжения является отключение местных систем теплоснабжения от централизованной системы в случае нарушения в ней гидравлических и температурных режимов и обеспечение тепловой нагрузки местной системы теплоснабжения с помощью децентрализованных источников теплоты.

С этой целью в НИЛ ТЭСУ УлГТУ создан ряд технологий работы комбинированных теплофикационных систем с централизованными основными и автономными пиковыми теплоисточниками, которые позволяют при необходимости гидравлически изолировать местные системы теплоснабжения от централизованной [7–12].

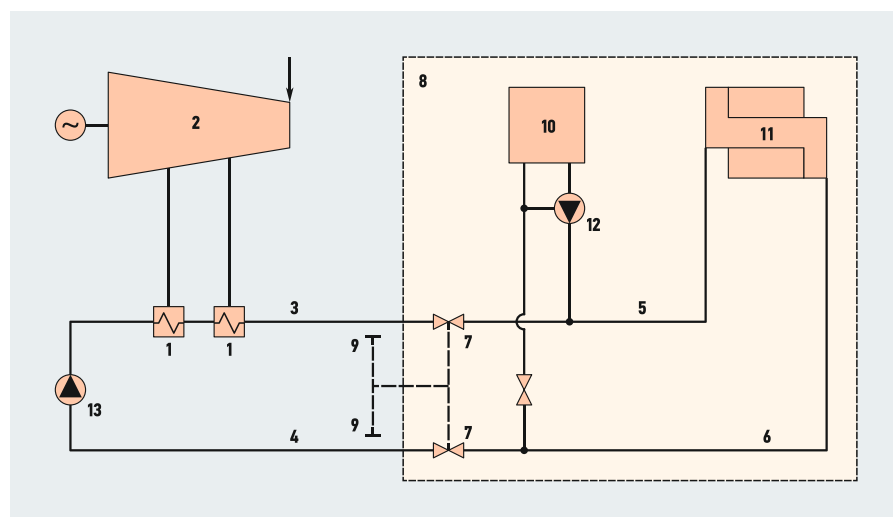
Схемы таких комбинированных теплофикационных систем представлены на рис. 2 и 3. Данная технология может применяться, как в отдельных кварталах систем теплоснабжения, так и непосредственно в домах у потребителей тепловой энергии.

В комбинированной теплофикационной системе, изображённой на рис. 2, базовую нагрузку системы покрывают на основном источнике централизованной системы теплоснабжения — ТЭЦ. Далее нагретую сетевую воду (теплоноситель) по подающему теплопроводу централи-

зованной системы теплоснабжения направляют в местную систему теплоснабжения, где пиковую тепловую нагрузку покрывают в автономном источнике теплоты, подключённом к подающему и обратному теплопроводам местной системы теплоснабжения. Величину нагрева воды в автономном пиковом источнике теплоты регулируют в зависимости от потребности абонента.

При понижении давления (температуры) или уменьшении расхода сетевой воды ниже заданных величин, контролируемых датчиками давления (температуры или расхода), местную систему теплоснабжения потребителя автоматически отключают от подающей и обратной магистралей централизованной системы теплоснабжения с помощью запорных органов, установленных на подающем и обратном сетевых теплопроводах местной системы теплоснабжения. В этом случае автономный источник теплоты используют в качестве базового, и циркуляцию сетевой воды через него и местную систему теплоснабжения осуществляют с помощью циркуляционного насоса, установленного на обратном теплопроводе.

Аналогичным образом может осуществляться автоматическое отключение местной системы теплоснабжения от централизованной, при понижении давления одновременно в подающем и обратном теплопроводе, контролируемого датчиками давления системы теплоснабжения (рис. 3). Циркуляцию в местной системе теплоснабжения поддерживают с помощью циркуляционного насоса, который установлен на подающем теплопроводе за пиковым источником теплоты по ходу движения воды, и соединённый перемычкой, с обратным теплопроводом местной системы теплоснабжения.



❖ **Рис. 3.** Схема комбинированной теплофикационной системы (вариант №2: обозначения те же, что на рис. 2, кроме 14 — перемычка)

Показатели надёжности

табл. 1

Показатель надёжности	Для традиционной схемы теплоснабжения	Для комбинированной схемы теплоснабжения
$K_э$	1,0	1,0
$K_в$	1,0	1,0
$K_т$	1,0	1,0
$K_б$	0,8	1,0
$K_р$	0,2	0,7
$K_с$	0,6	0,6
$K_{отк}$	1,0	1,0
$K_{нед}$	1,0	1,0
$K_ж$	0,4	1,0

Для оценки надёжности систем теплоснабжения нужно использовать показатели надёжности структурных элементов системы теплоснабжения и внешних систем электроснабжения, водоснабжения, топливоснабжения источников тепловой энергии [13]:

$$K_{над} = (1/n)(K_э + K_в + K_т + K_б + K_р + K_с + K_{отк} + K_{нед} + K_ж), \quad (1)$$

где  $K_{над}$  — показатель надёжности конкретной системы теплоснабжения;  $K_э$  — показатель надёжности электроснабжения источников теплоты, характеризуется наличием или отсутствием резервного электропитания;  $K_в$  — показатель надёжности водоснабжения источников теплоты, характеризуется наличием или отсутствием резервного водоснабжения;  $K_т$  — показатель надёжности топливоснабжения источников теплоты, характеризуется наличием или отсутствием резервного топливоснабжения;  $K_б$  — показатель соответствия тепловой мощности источников теплоты и пропускной способности тепловых сетей фактическим тепловым нагрузкам потребителей;  $K_р$  — показатель уровня резервирования источников теплоты и элементов тепловой сети, характеризуемый отношением резервируемой фактической тепловой нагрузки к фактической тепловой нагрузке системы теплоснабжения, подлежащей резервированию, %;  $K_с$  — показатель технического состояния тепловых сетей, характеризуемый долей ветхих, подлежащих замене теплопроводов, %;  $K_{отк}$  — показатель интенсивности отказов тепловых сетей, характеризуемый количеством вынужденных отключений участков тепловой сети с ограничением отпуска тепловой энергии потребителям, вызванным отказом и его устранением за последние три года;  $K_{нед}$  — показатель относительного недоотпуска теплоты в результате аварий и инцидентов;  $K_ж$  — показатель качества теплоснабжения, характеризуемый количеством жалоб потребителей теплоты на нарушение

качества теплоснабжения;  $n$  — число показателей, учтённых в числителе.

Представленные в формуле (1) показатели надёжности зависят от рассматриваемых схем теплоснабжения в каждом отдельном случае и изменяются в пределах от 0,2 до 1.

В зависимости от полученных показателей надёжности системы теплоснабжения с точки зрения надёжности могут быть оценены: высоконадёжные — более 0,9; надёжные — 0,75–0,89; малонадёжные — 0,5–0,74; ненадёжные — менее 0,5.

По результатам проведения расчётов показатель надёжности для традиционной схемы теплоснабжения составляет 0,78, что меньше, чем у представленной схемы комбинированной системы теплоснабжения с автономным источником теплоты, расположенный в местной системе теплоснабжения (0,92).

После сравнения этих двух показателей традиционная схема теплоснабжения может перейти от надёжной к высоконадёжной в связи с дополнительным резервированием базового источника теплоты.

**По результатам проведения расчётов показатель надёжности для традиционной схемы теплоснабжения составляет 0,78, что меньше, чем у представленной схемы комбинированной системы теплоснабжения с автономным источником теплоты, расположенный в местной системе теплоснабжения (0,92)**

Выводы

1. С целью повышения надёжности и энергетической эффективности систем теплоснабжения в НИЛ ТЭСУ УЛГТУ создан ряд технологий работы комбинированных теплофикационных систем с централизованными основными и автономными пиковыми теплоисточниками, которые объединяют в себе структурные

элементы централизованных и децентрализованных систем теплоснабжения и позволяют при необходимости гидравлически изолировать местные системы теплоснабжения от централизованной [7–12].

2. Разработанные технологии комбинированного теплоснабжения позволяют значительно повысить надёжность и качество теплоснабжения потребителей благодаря отключению местной системы теплоснабжения от централизованной и использованию автономного источника теплоты в качестве базового, например, при понижении давления, температуры или расхода сетевой воды в магистралях централизованной системы.

3. Из двух рассмотренных вариантов работы систем теплоснабжения (традиционной и комбинированной) более надёжная в плане обеспечения потребителей тепловой энергией является комбинированная система, показатель надёжности которой равен 0,92. ●

1. Шарапов В.И., Орлов М.Е., Чаукин П.Е., Мордовин В.А. Технологии повышения надёжности городских теплофикационных систем // Промышленная энергетика, №3/2014.
2. Ротов П.В., Шарапов В.И., Орлов М.Е., Ротова М.А. Исторические особенности развития отечественных теплофикационных систем // Новости тепло-снабжения, №5/2013.
3. Николаев Ю.Е. Научно-технические проблемы совершенствования теплоснабжающих комплексов городов. — Саратов: СарГТУ, 2002.
4. Орлов М.Е., Ротов П.В., Шарапов В.И. Повышение надёжности и энергетической эффективности теплофикационных систем // Надёжность и безопасность энергетики, №1/2012.
5. Бородин И.В. Комбинированная система теплоснабжения с внутриквартальными ДВС как энергосберегающая технология // Энергосбережение в городском хозяйстве, энергетике, промышленности: Мат. V РНТК. Т. 2. — Ульяновск: УЛГТУ, 2006.
6. Орлов М.Е. Повышение энергетической эффективности и совершенствование структуры теплофикационных систем городов // Труды «Академэнерго», №1/2012.
7. Патент 2495331 (RU). Система теплоснабжения / М.Е. Орлов, В.И. Шарапов, П.Е. Чаукин, В.А. Мордовин // Бюлл. изобр. №28/2013. Заявл. 20.07.2012, №2012131187/12. Оpubл. 10.10.2013.
8. Патент 2496057 (RU). Система теплоснабжения / М.Е. Орлов, В.И. Шарапов, П.Е. Чаукин, В.А. Мордовин // Бюлл. изобр. №29/2013. Заявл. 20.07.2012, №2012131188/12. Оpubл. 20.10.2013.
9. Патент 2496059 (RU). Система теплоснабжения / М.Е. Орлов, В.И. Шарапов, П.Е. Чаукин, В.А. Мордовин // Бюлл. изобр. №29/2013. Заявл. 20.07.2012, №2012131197/12. Оpubл. 20.10.2013.
10. Патент 2496058 (RU). Система теплоснабжения / М.Е. Орлов, В.И. Шарапов, П.Е. Чаукин, В.А. Мордовин // Бюлл. изобр. №29/2013. Заявл. 20.07.2012, №2012131196/12. Оpubл. 20.10.2013.
11. Патент 2496056 (RU). Система теплоснабжения / М.Е. Орлов, В.И. Шарапов, П.Е. Чаукин, В.А. Мордовин // Бюлл. изобр. №29/2013. Заявл. 03.07.2012, №2012127947/12. Оpubл. 20.10.2013.
12. Патент 2495330 (RU). Система теплоснабжения / М.Е. Орлов, В.И. Шарапов, П.Е. Чаукин, В.А. Мордовин // Бюлл. изобр. №28/2013. Заявл. 03.07.2012, №2012127949/12. Оpubл. 10.10.2013.
13. Методические указания по анализу показателей, используемых для оценки надёжности систем теплоснабжения: Приложение к приказу Министерства регионального развития РФ, 2013.





## Wolf: подводим итоги года

Сейчас все вокруг говорят про санкции и экономический кризис в России, но мы с вами живём не в изоляции, и трудности испытывает не только российский рынок, но и рынки ведущих европейских стран...

Так, например, рынок некоторых типов теплогенераторов в Европе стагнирует уже с 2012 года, рынок бытовых вентиляционных систем в Германии за первые три квартала минувшего года упал на 6%, а системы промышленной вентиляции показывают разнонаправленные результаты по всей Европе. Отчасти это являлось причиной некоторых завышенных ожиданий от российского рынка со стороны европейских производителей и источником дополнительного давления на представительства некоторые западных компаний.

Эти представительства, в свою очередь, вынуждены были спешно перестраивать свою политику и отношения с партнёрами. Кто-то на фоне резко обострившейся конкурентной ситуации предпринял попытку «купить» долю рынка и активно снижал цены с целью удержать свои позиции на рынке. Но, как уже оказалось к концу года, некоторые бренды, показывающие из-за снижения цен неплохие результаты в прошлом году и в начале этого года, становились неинтересны своим партнёрам, как только на рынке появлялось предложение по более низким ценам. Это показало отсутствие лояльности к брендам и производителей со стороны оптовых и монтажных организаций и указало нам на новый вектор развития при построении сети продаж. Туда, куда нам нужно будет инвестировать свои усилия в будущем. Здесь мы должны сказать отдельное спасибо немецкому менеджменту компании Wolf, который целенаправленно, несмотря на все внешние сложности, продолжил выполнять принятую два года назад программу выхода на российский рынок. Такой последовательный подход, как мы видим сегодня, приносит Wolf в России свои результаты.

Прошедший год для нашей компании был неоднозначным, если мы говорим про результаты продаж. Котельное оборудование в фокусном для компании сегменте настенных конденсационных котлов показывает устойчивый рост. Мы рассчитываем закончить год с ростом, близким к 20% в штуках. Традиционные настенные котлы также показывают рост в штуках. Здесь мы связываем наши результаты с правильным позиционированием и проведением определённых маркетинговых компаний и акций. При этом традицион-

ные напольные котлы в том же периоде показывают прямо противоположный результат. По нашим оценкам, это следствие тенденций увеличения доли настенных котлов на рынке, а также сокращения ассортиментной линейки напольных котлов Wolf. Результаты продаж климатического оборудования Wolf, по нашим расчётам, должны остаться в рамках общего падения рынка, который, по нашим оценкам, снизился на 30–40%. При этом мы сделали очень неплохой задел на будущее, проведя большую работу с проектными организациями, инвесторами и застройщиками. Посмотрим, что это принесёт нам в ближайшем будущем.

**Мы связываем большие надежды с прошедшими в компании изменениями. В следующем году нас ожидают новые инновационные продукты, которых так ожидают наши партнёры**

Также мы можем охарактеризовать прошедший год как год больших перемен, говоря про организационные изменения, произошедшие не только в российском представительстве, но и во всей компании в целом. В организации введено понятие бизнес-направления и выделено три основных направления: «Отопительная техника», «Климатическая техника» и «Когенерационное оборудование». Это, в свою очередь, позволит компании производить более точечные инвестиции в каждое из направлений, отслеживать результативность и гораздо оперативнее выводить на рынок новые продукты.

Мы связываем большие надежды с прошедшими в компании изменениями. В следующем году нас ожидают новые инновационные продукты, которых так ожидают наши партнёры. Мы запустим несколько программ, стимулирующих спрос на рынке, усилим наш коллектив новыми специалистами. При этом следующий год будет для нас и наших партнёров ещё большим испытанием, нежели год 2015-й. Но мы верим, что вместе мы сможем всё преодолеть и укрепить позиции бренда Wolf на рынке России. ●

**Автор:** Д.Б. ДАВЫДОВ, генеральный директор ООО «Вольф Энергосберегающие системы»



## Как не надо проектировать тепловые пункты

В настоящее время слово «энергосбережение» у многих на слуху. Об актуальности проблемы говорят все, начиная от премьер-министра и заканчивая начальником ЖЭКа. Однако зачастую решения, принимаемые при проектировании и согласовании документации, неадекватны материальным и техническим затратам, заложенным в ней.

В проекты включается оборудование, как правило, импортное и дорогостоящее, без которого во многих случаях можно было бы обойтись. А уполномоченные чиновники слепо, не вникая в суть технических вопросов, согласовывают решения, предложенные дилерами западных фирм (возможно, совсем не бескорыстно). В результате никакого энергосберегающего эффекта никто не получает.

В качестве примера рассмотрим типовой тепловой пункт системы отопления строящегося на текущий момент объекта (рис. 1) — разработанный по данной схеме проект согласовывается мгновенно.

Однако при применении этой схемы возникают следующие проблемы:

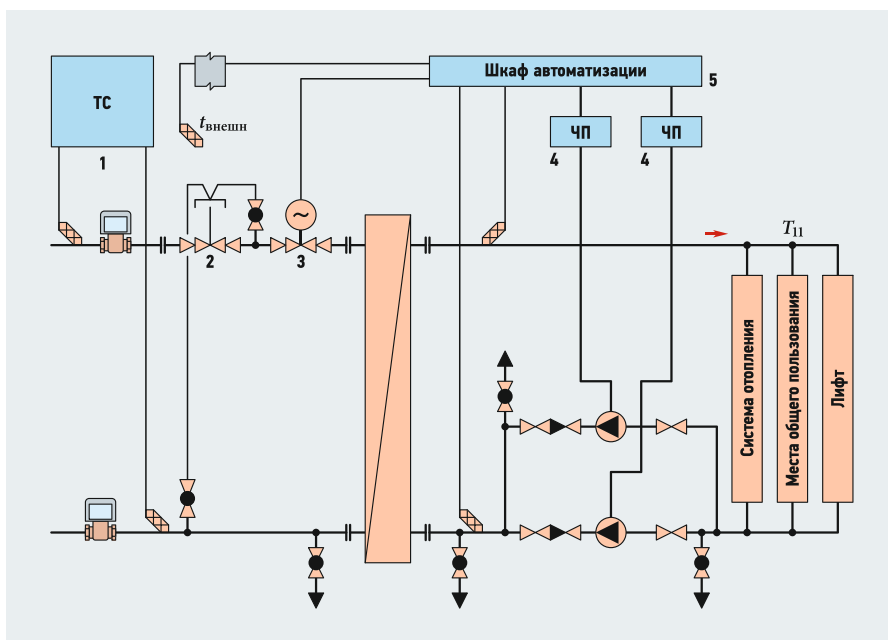
1. При работе клапана погодного регулирования поз. 3 (при полном закрытии и минимальном открытии) тепловой счётчик работает не в допуске по расходу теплоносителя. При распечатке показаний прибора выдаются ошибки.

2. Давление  $P_1$  и  $P_2$  поддерживается с точностью до  $0,1 \text{ кгс/см}^2$  перед установленной шайбой. Установленный регулятор перепада давления не выполня-

ет своих функции. При этом температура в системе ГВС поддерживается аналогичным клапаном с точностью до  $1^\circ\text{C}$ , но регулятор перепада давления на модуле ГВС не устанавливается.

3. Без установки расходомера во вторичный контур системы очень проблематично доказать, что циркуляционный насос работает в области оптимальных характеристик. По измерениям расходов вторичной воды на некоторых объектах можно сделать вывод, что проектировщики точно выбирают рабочую точку циркуляционного насоса с наибольшим КПД (рабочая точка — равновесное состояние между гидравлическим сопротивлением и расходом на характеристике насоса). При работе системы (открытия и закрытия РТК на отопительных приборах) гидравлическое сопротивление изменяется, при этом рабочая точка перемещается по характеристике насоса в пределах 10%.

Рассмотрим практически невероятный случай: не работает система погодного регулирования, тепловая сеть подаёт «завышенный» температурный график.



●● Рис. 1. Типовой тепловой пункт (1 — теплосчётчик; 2 — регулятор перепада давления; 3 — погодный регулятор температуры; 4 — частотные приводы; 5 — шкаф автоматики)



**Работа предлагаемой системы проста и понятна. Наладка производится при закрытом регуляторе. При помощи вентиля по теплосчётчику выставляется расход выше минимально допустимого. Таким образом, при полном закрытии клапана теплосчётчик находится в рабочем диапазоне**

Например, температура «острой» воды составляет 130°C при внешней +5°C. В этом случае РТК всех отопительных приборах закрываются. Но в системе отопления есть ветка МОП и ветка в лифтовых установках. Возникает вопрос: «Возможна ли в такой системе работа насосов на полностью закрытую задвижку?» Естественно, нет. Собственно, зачем в таком случае устанавливать частотные приводы? (подразумевается, что насос работает в точке, находящейся в третьей части характеристики, где наибольший КПД). Проведём эксперимент — переведём частотный привод в ручной режим и уменьшим частоту до 40–42 Гц. Через МОП, лифтовые установки и последние этажи перестанет циркулировать теплоноситель (ветки выпали из системы отопления). Чтобы этого не происходило, частотный привод должен работать на частоте 50 Гц — это означает, что частотный привод не функционирует, и это лишние неоправданные финансовые затраты.



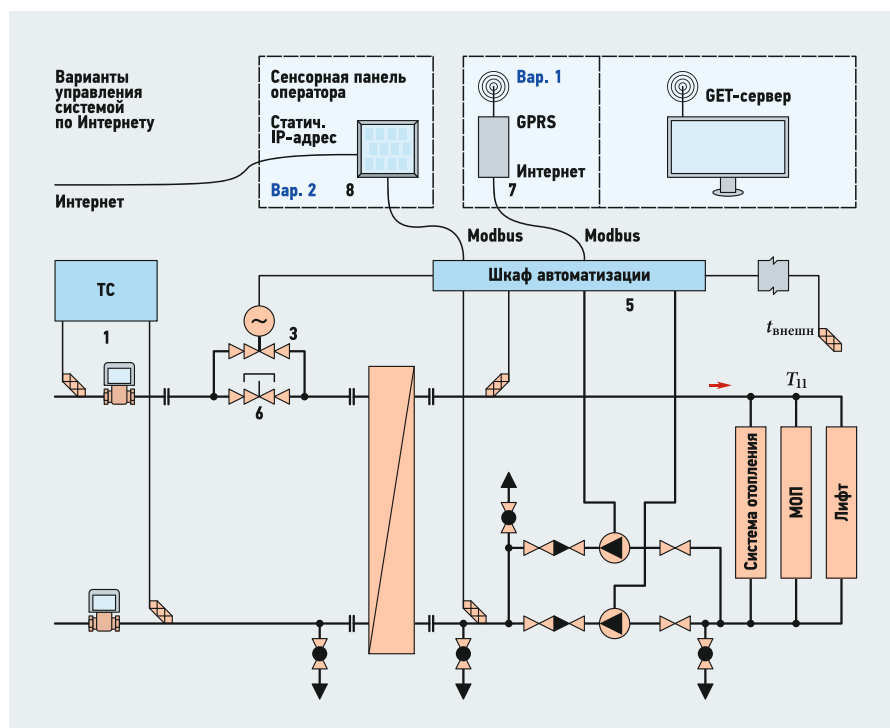
А теперь рассмотрим схему (рис. 2), в которой устранены все вышеуказанные недостатки и которая стоит дешевле (при использовании насосов 1,5 кВт схема удешевляется на \$3000).

Работа системы, представленной на рис. 2, проста и понятна. Наладка производится при закрытом регуляторе (поз. 3) При помощи вентиля (поз. 6) по теплосчётчику выставляется расход выше минимально допустимого. Таким образом, при полном закрытии клапана (поз. 3) теплосчётчик находится в рабочем диапазоне. Выбранный клапан погодного регулирования меньше в диаметре, а значит, дешевле, а система коммерческого учёта постоянно в допуске.

Возникает логичный вопрос: «Зачем применять оборудование, которое не работает?», то есть регулятор перепада давления и частотные приводы (как бы «работающие», но на частоте 50 Гц). Неработающее оборудование на схеме рис. 2, рекомендуемое зарубежными дилерами, не устанавливается.

В схеме рис. 2 представлены два варианта оборудования российских производителей, позволяющие следить управлять тепловым пунктом через мировую сеть Интернет. Первый вариант — с абонентской платой за пользование GET-сервером через GPRS. При наладке и пуске этот вариант не требует навыков программирования, контроллер (поз. 7) подключается по протоколу Modbus к шкафу автоматики, и параметры тепловыпуска выводятся на GET-сервер для всех желающих. Управление и изменение параметров производят сотрудники, знающие пароль. Для реализации второго варианта в диспетчерской устанавливается сенсорная панель с двумя портами. К одному порту подключается шкаф автоматики, другой порт (через статический IP-адрес) служит для выхода в Интернет. При этом любой желающий может увидеть, почему платятся большие суммы за отопление (если в системе, например, не работает погодное регулирование). Причём при термоснации дома расход теплоносителя и оплата уменьшаются, и это могут наблюдать все жильцы в online-режиме.

Схема, представленная на рис. 2, проста в эксплуатации, её работа видна всем собственникам здания, и она дешевле — при диаметрах более 50 мм сумма экономии может составлять \$5000 и более. Однако эту дешёвую и современную схему согласовать невозможно. На вопрос: «Почему?» вразумительного ответа нет. ●



● ● **Рис. 2.** Предлагаемый тепловой пункт (1 — теплосчётчик; 3 — погодный регулятор температуры; 5 — шкаф автоматики; 6 — вентиль; 7 — контроллер; 8 — сенсорная панель оператора)

## Расчёт, подбор и анализ воздухонагревателей «онлайн»

В этой статье на примере наиболее распространённого в отопительно-вентиляционной технике оборудования — воздухонагревателя — показана целесообразность и оперативность проведения теплотехнических расчётов всей номенклатуры типоразмеров, выпускаемых изготовителем, выбора из них образцов, наиболее удовлетворяющих техническим требованиям, с последующим анализом их работы в случае возможного экстремального отклонения от номинальных условий эксплуатации, предполагаемых проектировщиком. Подчёркнута необходимость участия в подборе оборудования проектировщиков.

Воздухонагреватель один из основных элементов отопительно-вентиляционной техники, именно он является основой установок подогрева воздуха, подаваемого в обслуживаемое помещение. Если на ранней стадии развития отопительно-вентиляционной техники разработка воздухонагревателей осуществлялась для температурных и расходных условий, применительно к их использованию для нагрева приточного вентиляционного воздуха до нормальной температуры 16–18 °С, то с бурным развитием техники, в последнее время, области использования воздухонагревателей резко расширились. Воздухонагреватели применяются просто для нагрева свежего приточного воздуха в вентиляционных установках, в системах воздушного отопления, в теплоутилизационных установках, в тепловых завесах и установках кондиционирования воздуха. Воздухонагреватель, по своей сути, — это воздухожидкостной теплообменник.

Разработчики теплообменников при конструировании особое внимание, как правило, уделяют достижению высоких удельных теплотехнических показателей, повышенной номинальной мощности и по субъективному учёту реальных потребностей потребителей.

Для определения конструкции воздухонагревателя надо знать количество воздуха, проходящего через воздухонагревательную установку, температуру воздуха на входе в установку, а также расход теплоносителя и его температуры на входе и выходе из теплообменника.

Воздухонагревательная установка может компоноваться как одним теплообменником, так и несколькими. Первый случай распространён в агрегатированных установках, когда производитель вентиляционной установки выпускает агрегат уже оснащённый воздухонагревателем, который и подобран произво-

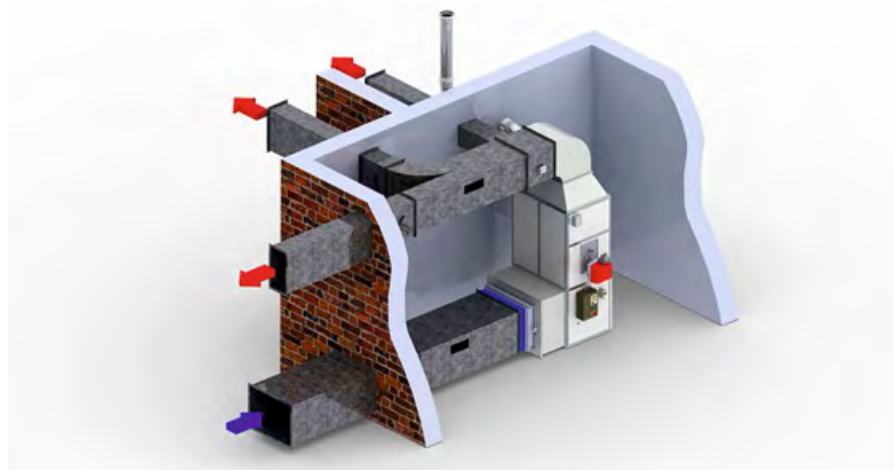
**Воздухонагреватели применяются просто для нагрева свежего приточного воздуха в вентиляционных установках, в системах воздушного отопления, в теплоутилизационных установках, в тепловых завесах и установках кондиционирования воздуха. Воздухонагреватель, по своей сути, это воздухожидкостной теплообменник**

дителем по требованиям потребителя (проектировщика). Во втором случае: воздухонагревательную установку комплектует сам проектировщик, и он сам должен выбрать модель, типоразмер, количество теплообменников, а также приемлемые аэро- и гидродинамические характеристики, необходимый запас поверхности нагрева и т.п.

Источником теплоты для нагрева вентиляционного воздуха являются в основном системы теплоснабжения, отпускающие теплоту в течение года по определённым температурным графикам, учитывающих температуру наружного воздуха, но в тоже время и ограничивающих температуру возвращаемого потребителем обратного теплоносителя.

Помимо теплотехнического подбора калорифера, добросовестного проектировщика интересуют величина запаса поверхности теплообмена, величины скоростей воздуха и теплоносителя, аэро- и гидродинамические сопротивления, температура теплоносителя на выходе, отклонение температуры воздуха на выходе при изменении параметров теплоносителя, возможность размещения на располагаемых площадях и т.д.

Например, если запас поверхности несколько отличается от рекомендуемых значений, а исходные данные определены верно, то возникает профессиональ-



Пример газового воздухонагревателя



Рис. 1. Общие технические характеристики и параметры промежуточного расчёта

ный интерес: какая температура теплоносителя ожидается на выходе из воздухонагревателя? Или, наоборот, какой температуры теплоноситель необходимо обеспечить на входе в воздухонагреватель, чтобы на выходе получить теплоноситель исходной температуры?

Иногда представляется не лишним провести аналогичную проверку и по параметрам воздуха. Поскольку при конструировании воздухонагревателей особое внимание уделяется получению высоких теплотехнических показателей, а воздухонагреватели в установках при-

меняются в системах вентиляции и кондиционирования не только для чисто вентиляционных целей, а для нагрева приточного наружного воздуха, то у проектировщика могут возникнуть и другого рода пожелания.

Всё это исключается при использовании агрегатированного оборудования, когда подбор подогревателя осуществляет производитель. Он не «чувствует» объект, не знает особенностей проектирования, и из-за отсутствия точных технических характеристик объекта такой подбор не представляется возможным.

В этом случае снижается ответственность проектировщика за соответствие выбранного оборудования тем моментам, которые могут возникнуть в условиях эксплуатации. Всё изложенное выше указывает на необходимость предоставить проектировщику возможность участвовать в оценке правомочности установки конкретного оборудования, выбранного производителем.

Оценивая оперативность проведения гидравлического расчёта трубопроводов систем отопления [1] и возможность влияния на выбор режима работы, на величину гидравлического сопротивления и т.п. Автору показалось целесообразным распространить опыт использования современного табличного редактора MS Excel для подбора и конструирования воздухонагревателей систем вентиляции (рис. 1 и 2).

Порядок теплотехнического расчёта воздухонагревателя, выбор его типоразмера и анализ работы при возможных отклонениях температурных условий работы от расчётных, проиллюстрируем на примере воздухонагревателей Костромского калориферного завода [2], выпускающего калориферы (водяных воздухонагревателей) порядка пяти модификаций и каждую модификацию не менее 14 типоразмеров. Определиться в этом многообразии, какие воздухонагреватели необходимо выбрать, сделав это по заводским рекомендациям, которые мало чем отличаются от приводимых в справочной и учебной литературе, затруднительно.

Весь процесс организации расчётов, подбора и анализа работы воздухонагревателей в MS Excel можно организовать на двух листах: на первом листе (рис. 1) располагается технические характеристики всех модификаций и типоразмеров, выпускаемых заводом воздухонагревателей — эти данные заносятся для каждого изготовителя. Ячейки с техническими характеристиками и результатами расчётов, каждого воздухонагревателя, располагаются в одной строке. Этот лист должен быть защищённым и скрытым, что бы занесённые в него связи и данные не были случайно уничтожены или искажены. На рис. 1 защищённые от изменения ячейки отмечены серым фоном. В ячейках правее технических характеристик представлены ячейки с результатами расчётов промежуточных и окончательных физических величин, определяющих теплотехнический процесс работы.

Ячейки с техническими характеристиками и результатами расчётов располагаются в одной строке.

Рис. 2. Исходные данные, выбор для них воздухонагревателей и анализ их работы в условиях, отличных от исходных

исходные данные				
воздух			теплоноситель	
Вес. расход возд.	T <sub>на входе</sub>	T <sub>на вых.</sub>	T на вх(график)	T на вых(график)
Ga	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T1(граф.)	T2(граф.)
кг/ч	град.	град.	град.	град.
10000	-25	18	95	70

ограничения		
мин.запас F	%	5
макс.запас F	%	20
макс.Vp	кг/м <sup>2</sup> с	7,5
мин.Vp	кг/м <sup>2</sup> с	1
макс.w	м/с	2
мин.w	м/с	0,3

**обозначения**

- ячейки, которые следует заполнить
- ячейки, относящиеся к одному типоразмеру воздухонагревателя
- типоразмер воздухонагревателя, удовлетворяющий предъявленным требованиям (F, Vp, w)
- подбор T1 или T2 теплоносителя при выборе воздухонагревателя (отл. от рекомендуемого)

Рис. 3. Исходные данные

При желании учесть модели и типоразмеры других изготовителей необходимо скопировать строки уже используемых типоразмеров и внести изменения в содержимое скопированных ячеек (представляющих собой технические данные) на аналогичные данные воздухонагревателей нового изготовителя.

На рис. 2 представлен основной лист. Именно он является рабочим. Сюда заносится исходные данные, для которых производится подбор воздухонагревателя, здесь определяются допустимые при расчёте ограничения на физические параметры воздухонагревателя. К их числу, в первую очередь, следует отнести: запас поверхности нагрева, массовая скорость воздуха, скорость теплоносителя. При желании можно организовать учёт ограничений и других физических параметров. В примере статьи ограничения внесены только на три параметра, приведённых выше. На рис. 3 показано в увеличенном масштабе занесение в таблицу исходных данных. В таблице заполняются ячейки, выделенные жёлтым цветом. Как только это будет выполнено, автоматически заполнятся все ячейки данного листа, фрагмент которого представлен на рис. 6.

Отметим, что это будут результаты подбора единичного теплообменника. Идеальный случай — когда в столбцах «удовлетворение ограничениям» (для изображённого случая) появятся три «ДА». Это теплообменник КСк3-9 для данного выбранного случая запас поверхности нагрева 7%, массовая скорость 6,11 кг/(м<sup>2</sup>·с), скорость теплоносителя 1,56 м/с, то есть все данные лежат в пределах принятых нами ограничений. Здесь в силу иллюстративных особенностей мы рассматриваем только модели теплообменника КСк... 02ХЛЗБ, но найти теплообменник, удовлетворяющий нашим ограничениям, возможно и в других моделях, выпускаемых заво-

дом и представленных на рис. 2. Так, по величине процентного запаса поверхности теплообмена из всего многообразия теплообменников, выпускаемых заводом, к применению могут быть рекомендованы восемь воздухонагревателей (КСк3-9 02ХЛЗБ, КСк4-7 02ХЛЗБ, КСк3-10 50АУ3, КСк4-7 50АУ3, ВНВ 113-404 01У3, ВНВ 123-403 01УТ3, ВНВ 123-310 50АТ3, ВНВ 123-407 50АТ3.) Подчёркнутые типоразмеры удовлетворяют всем указанным нами ограничениям: по запасу поверхности нагрева, по массовой скорости воздуха, по скорости теплоносителя.

**Иногда воздухонагревательную установку необходимо компоновать из нескольких теплообменников. В этом случае необходимо определиться с конструктивной схемой установки: сколько теплообменников установлено параллельно, сколько последовательно — как по воздуху, так и по теплоносителю**

Допустим, что теплообменники, удовлетворяющие всем требованиям, по каким-то причинам нам не подходит. Тогда, анализируя в таблице результаты расчётов, допуская некоторое отступление от предела ограничения массовой скорости к установке, можно принять теплообменник КСк4-7 (из теплообменников, перечисленных выше). Он будет меньше по фронтальным размерам, но несколько толще по ходу воздуха. Не исключено, что при рассмотрении всех типов и моделей, выпускаемых заводом теплообменников и представленных на рис. 2, могут оказаться пригодными и другие воздухонагреватели.

Здесь следует подчеркнуть, что при данном способе расчёта теплообменни-

**Конструктивная схема воздухонагревательной установки**

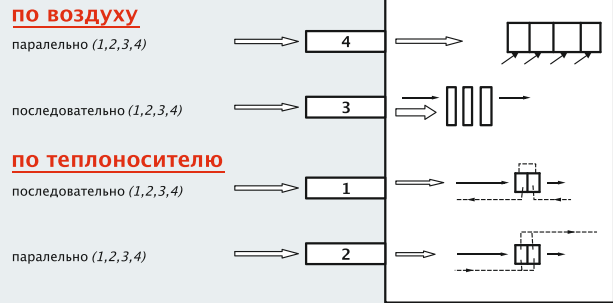


Рис. 4. Заполнение столбцов «схема соединения воздухонагревателей»

ков в таблице на рис. 6 приведены все физические величины, обуславливающие теплопередачу, проектировщик может вполне осознанно осуществить окончательный выбор теплообменника.

Выбрав таким образом модификацию и типоразмер теплообменника, который не удовлетворяет всем ограничениям, проектировщик может проанализировать, какие температуры теплоносителя будут, если рассчитанная поверхность теплообмена близка к истинной. Для этого обращаемся к таблице на рис. 7. В строке, выбранного теплообменника, в ячейках жёлтого цвета устанавливаем одну из температур T<sub>1</sub> или T<sub>2</sub> постоянной, а другую — изменяем и подбираем, пока в столбце «Проценты» не будет величина близкая к нулю. В зависимости от желаемой точности и опыта этот процесс потребует двух или трёх попыток.

Иногда воздухонагревательную установку необходимо компоновать из нескольких теплообменников. В этом случае необходимо определиться с конструктивной схемой установки: сколько теплообменников установлено параллельно, сколько последовательно — как по воздуху, так и по теплоносителю. Эти данные отражаются в строке одиночного теплообменника, в жёлтых ячейках таблицы рис. 5 «Схемы соединения теплообменников», пользуясь при этом рекомендациями, приведёнными на рис. 4.

Отметим, что ячейки таблицы на рис. 5 в начале расчёта теплообменников должны содержать всегда параметр «1», так как первоначально расчёт производится на один теплообменник, а уже потом, когда выяснится, что ни один теплообменник не подходит, следует выбирать схему компоновки воздухонагревательной установки. При любой схеме методически выбор установки ничем не отличается от изложенного для одиночного теплообменника.



## КСк...02ХЛЗБ

обозн калор	поверх	расч.пов.нагр.	запас	удовл. огран.			по графику					
				по F	по Vp	по w	Vp	w	Qa	Gw	H	ерw
КСк...02ХЛЗБ	Fк	Фрасч.	%	м2	кг/м2с	м/с	кг/м2с	м/с	Вт	кг/ч	Па	Па
КСк3-6	13.3	16.02	-17	0	0	ДА	10.40	1.56	120519	4100	442	27233
КСк3-7	16.5	19.66	-16	0	0	ДА	8.44	1.56	120519	4100	301	29193
КСк3-8	19.8	18.94	5	0	ДА	ДА	7.09	1.56	120519	4100	219	31152
КСк3-9	23	21.43	7	ДА	ДА	ДА	6.11	1.56	120519	4100	166	33112
КСк3-10	29.5	21.10	40	0	ДА	ДА	4.78	1.56	120519	4100	106	37031
КСк3-11	86.2	60.56	42	0	ДА	ДА	1.67	0.51	120519	4100	16	8111
КСк3-12	129.9	61.52	111	0	ДА	ДА	1.12	0.34	120519	4100	7	6629
КСк4-6	17.5	17.81	-2	0	0	ДА	10.40	1.17	120519	4100	631	16008
КСк4-7	21.7	19.76	10	ДА	0	ДА	8.44	1.17	120519	4100	430	17125
КСк4-8	26	20.35	28	0	ДА	ДА	7.09	1.17	120519	4100	312	18242
КСк4-9	30.2	21.92	38	0	ДА	ДА	6.11	1.17	120519	4100	238	19359
КСк4-10	38.8	24.74	57	0	ДА	ДА	4.78	1.17	120519	4100	152	21592
КСк4-11	114.1	49.80	129	0	ДА	ДА	1.67	0.38	120519	4100	22	4605
КСк4-12	172.4	65.02	165	0	ДА	0	1.12	0.25	120519	4100	11	3765

•• Рис. 6. Результаты расчёта для выбора воздухонагревателей из всех типоразмеров данной модели (фрагмент рис. 2)

При компоновке воздухонагревательной установки из нескольких теплообменников следует иметь в виду, что изменение скорости теплоносителя в два раза сказывается на коэффициенте теплопередачи всего лишь на 10%.

Здесь рассмотрены варианты подбора воздухонагревателей при трёх ограничениях, но не представляет трудностей увеличить ограничения, например, на величины аэродинамического и гидравлического сопротивления. Каждый более менее подходящий вариант может быть скопирован на листе «Исходные данные», и составлен общий список теплообменников, которые могут быть применены в проектируемой установке.

Анализируя данные расчётов для всех выпускаемых заводом теплообменников,

выбор теплообменника можно осуществить осознанно, а не формально:

1. По величине процентных параметров можно судить, стоит ли устанавливать один или два теплообменника, и при этом примерно оценить целесообразность той или другой модели КСк или ВНВ. Какие для этой цели целесообразны типоразмеры — у которых процент запаса поверхности теплообмена имеет отрицательную величину или меньше минимально ограниченной.

2. Выбор воздухонагревателей с большим запасом поверхности теплообмена влечёт за собой понижение температуры теплоносителя на выходе, уменьшение расхода и скорости теплоносителя. Выбор теплообменника с заниженной величиной поверхности теплообмена ока-

**Следует отметить, что выбор воздухонагревателя с большим запасом поверхности теплообмена влечёт за собой понижение температуры теплоносителя на выходе, уменьшение расхода и скорости теплоносителя. Выбор теплообменника с заниженной величиной поверхности теплообмена оказывает противоположное влияние**

зывает противоположное влияние (увеличиваются температура теплоносителя на выходе, повышается его скорость).

3. В случае, если нельзя подобрать теплообменник с запасом в допустимых пределах, то можно определить температурный диапазон теплоносителя, в которых будет работать воздухонагревательная установка, и тем самым оценить степень возможного замерзания, а также требуемую конструктивную схему воздухонагревательной установки

Таким образом, на примере расчёта, подбора и анализа работы воздухонагревательной установки «онлайн» проиллюстрированы особенности проведения расчёта и целесообразность рационализировать свою проектно-расчётную работу применением элементарных расчётов в MS Excel. ●

1. Аничкин А.Г. Проектирование отопительных систем в MS Excel / Журнал С.О.К., №3/2011.
2. Рекомендации по подбору калориферов и воздухонагревателей. — Кострома: ОАО «Калориферный завод», 2002.

## Схема соединения воздухонагревателей

общее колич.	размещ в возд.		соед.по теплонос.	
	по фронту	по потоку	парал.	послед.
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

•• Рис. 5. Схема соединения воздухонагревателей (фрагмент рис. 2)

## КСк...02ХЛЗБ

подбор					
T <sub>1</sub> подб	T <sub>2</sub> подб	Gw	w	пов.нагр.	запас
град.	град.	кг/ч	м/с	Фр.тр, м2	%
95	70	4100	1.56	16.02	-17
95	60	2928	1.11	1.6	-16
95	70	4100	1.56	1.6	5
95	65	3417	1.30	1.8	7
95	75	5125	1.94	1.8	40
95	38	1798	0.22	5.0	42
95	60	2928	0.24	5.1	111
95	65	3417	0.98	1.5	-2
95	65	3417	0.98	1.6	10
95	70	4100	1.17	1.7	28
95	70	4100	1.17	1.8	38
95	70	4100	1.17	2.1	57
95	70	4100	0.38	4.2	129
95	70	4100	0.25	5.4	165

•• Рис. 7. Анализ работы выбранного воздухонагревателя при параметрах теплоносителя, отличных от исходных (фрагмент рис. 2)





Информация о работе наружного блока

табл. 1

Номер	Описание режима	Отображ.	Номер	Описание режима	Отображ.
<b>F1 «Режим мониторинга»</b>			<b>31</b>	Термистор 2 (температура наружного воздуха)	°C или °F
<b>00</b>	Количество подключённых внутренних блоков	шт.	<b>32</b>	Термистор 3 (температура трубы на всасывании)	°C или °F
<b>01</b>	Версия программного обеспечения наружного блока	—	<b>33</b>	Термистор 4 (жидкость, входящая в теплообменник переохлаждения в режиме охлаждения/выходящая в режиме обогрева)	°C или °F
<b>02</b>	Версия программного обеспечения платы инвертора	—	<b>34</b>	Термистор 5 (жидкость, выходящая из теплообменника переохлаждения в режиме охлаждения/входящая в режиме обогрева)	°C или °F
<b>03</b>	Версия программного обеспечения платы связи	—	<b>35</b>	Термистор 6 (температура теплообменника переохлаждения на выходе в режиме охлаждения/на входе в режиме обогрева)	°C или °F
<b>10</b>	Скорость вращения двигателя вентилятора наружного блока	об/мин.	<b>36</b>	Термистор 7 (температура газа на входе в теплообменник №1)	°C или °F
<b>11</b>	Скорость вращения инверторного компрессора	об/с	<b>37</b>	Термистор 8 (температура газа на входе в теплообменник №2)	°C или °F
<b>12</b>	Сила тока инверторного компрессора	A	<b>38</b>	Термистор 9 (температура жидкости на выходе из теплообменника №1)	°C или °F
<b>13</b>	Сила тока неинверторного компрессора	A	<b>39</b>	Термистор 10 (температура жидкости на выходе из теплообменника №2)	°C или °F
<b>14</b>	Количество импульсов EEV1	импульсов	<b>40</b>	Термистор 11 (температура инверторного компрессора)	°C или °F
<b>15</b>	Количество импульсов EEV2	импульсов	<b>50</b>	Датчик давления 1 (высокое давление)	MПа / psi
<b>15</b>	Количество импульсов EEV3	импульсов	<b>51</b>	Датчик давления 2 (низкое давление)	MПа / psi
<b>20</b>	Время под питанием	×10 часов			
<b>21</b>	Время работы инверторного компрессора (охлаждение)	×10 часов			
<b>22</b>	Время работы инверторного компрессора (обогрев)	×10 часов			
<b>30</b>	Термистор 1 (температура нагнетания инверторного компрессора)	°C или °F			

**F1 «Режим мониторинга»**

В режиме мониторинга доступна подробная информация о работе наружного блока, благодаря которой специалист может быстро определить, корректно ли работает система (табл. 1).

Так, например, частой проблемой является некорректная адресация системы или прокладка межблочного управляющего кабеля. Как следствие — наружный блок «не видит» один или несколько подключённых к нему внутренних блоков.

При работе системы это может вызвать существенные проблемы, вплоть до выхода из строя компрессоров. Но, выбрав режим F1-00, мы легко считываем количество блоков, которые «видит» наружный блок, и можем сверить это с реально подключённым количеством.

В случае расхождения специалист может оперативно определить причину проблемы и устранить её.

Не менее полезными могут оказаться и остальные 25 параметров.

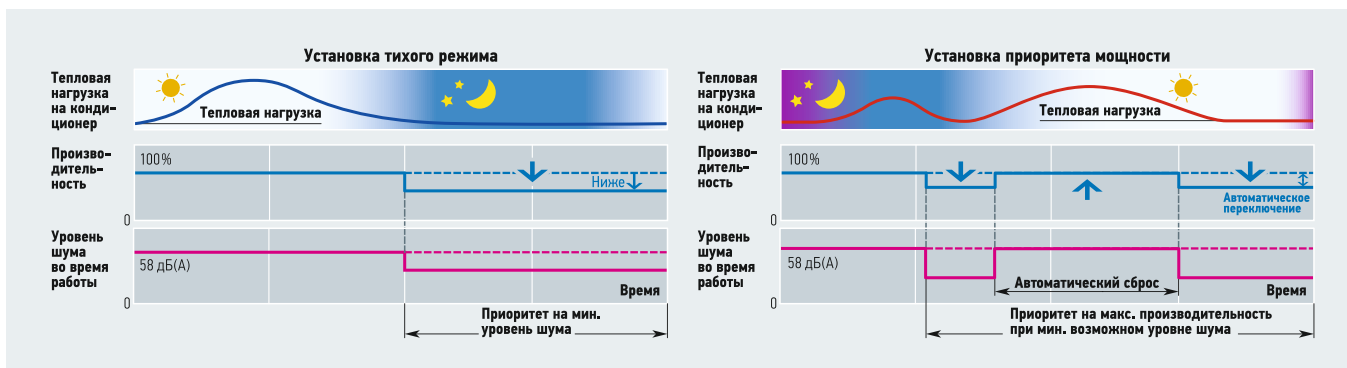
**F2 «Настройка функций наружного блока»**

В режиме настройки функций системы могут быть осуществлены тонкие настройки работы наружных блоков (табл. 2). Кроме приведённых в табл. 2 режимов, также доступны: выбор приоритета сигнала для режима работы; защита от попадания снега при помощи режима вентилятора; интервал регулировки защиты от попадания снега с помощью режима вентилятора; режим высокого

Тонкие настройки работы наружных блоков

табл. 2

LED105 №кода	Режим настройки	LED104 №кода	Настройка функций	Заводская настройка	Наружный блок	Примечания	
					Осн. Доп.		
0	0	Настройка длины трубы	0 0	Стандартная (40–65 м)	x	0 *1	Длина труб означает расстояние между основным наружным блоком и самым дальним внутренним блоком.
			0 1	Короткая (менее 40 м)	x	0 *1	
			0 2	Средняя (65–90 м)	x	0 *1	
			0 3	Длинная 1 (90–120 м)	x	0 *1	
			0 4	Длинная 2 (120–150 м)	x	0 *1	
1	0	Смещение последовательного пуска	0 0	Нормальный	x	0 *1	Время запуска компрессора наружного блока может быть установлено для задержки в несколько секунд. Эта функция является полезной при установке и одновременном запуске нескольких наружных блоков для ограничения пускового тока.
			0 1	21 с задержка	x	0 *1	
			0 2	42 с задержка	x	0 *1	
			0 3	63 с задержка	x	0 *1	
1	1	Смещение холодопроизводительности	0 0	Нормальный режим	x	0 *1	
			0 1	Режим экономии энергии 1	x	0 *1	
			0 2	Режим экономии энергии 2	x	0 *1	
			0 3	Режим экономии энергии 3	x	0 *1	
1	2	Смещение теплопроизводительности	0 4	Запрещено	x	0 *1	
			0 0	Нормальный режим	x	0 *1	
			0 1	Режим экономии энергии	x	0 *1	
2	0	Переключение между вынужденной и аварийной остановкой	0 2	Режим экономии энергии 1	x	0 *1	
			0 3	Режим экономии энергии 2	x	0 *1	
			0 0	Вынужденная остановка	x	0 *1	
			0 1	Аварийная остановка	x	0 *1	Этот режим используется для выбора функций остановки для управления с помощью внешнего терминала ввода данных. Вынужденная остановка: кондиционер остаётся в выключенном состоянии, даже если входящий сигнал от CN134 остановлен. Аварийная остановка: кондиционер возвращается в исходный режим работы, если входящий сигнал от CN134 остановлен. При включении аварийной остановки кондиционер не принимает работу внутреннего блока.



❖❖ Рис. 1. Снижение уровня шума наружного блока — установка режимов

статического давления; ограничение пиковых нагрузок; установка приоритета мощности в режиме тихой работы; установка режима тихой работы; настройка уровня тихой работы; Backup Operation (резервирование); установка номера счётчика электроэнергии (десятки и единицы), а также установки номера счётчика электроэнергии. Подробнее о некоторых из открывающихся возможностей ниже.

### Снижение уровня шума наружного блока

Даже без дополнительных настроек уровень шума наружных блоков Airstage V III является одним из самых низких в данном классе оборудования. Этому способствует дополнительный кожух секции компрессора, DC-инверторный двигатель вентилятора и новая конструкция крыльчатки вентилятора, разработанная с учётом CFD-анализа работы. Но в случае необходимости уровень шума можно дополнительно снизить. Два специальных режима с низким уровнем шума могут быть выбраны и преднастроены пользователем: по приоритету на минимальный уровень шума или по приоритету на

максимальную производительность с минимально возможным уровнем шума. В этом случае при недостаточной производительности система автоматически перейдёт из режима тихой работы в режим нормальной работы, а после стабилизации температуры в помещениях самостоятельно вернётся в режим тихой работы (рис. 1). В режиме тихой работы возможна дополнительная настройка, позволяющая ограничить уровень шума до 55 и даже до 50 дБ(А). Уровень шума снижается за счёт ограничения скорости вращения вентилятора и компрессора.

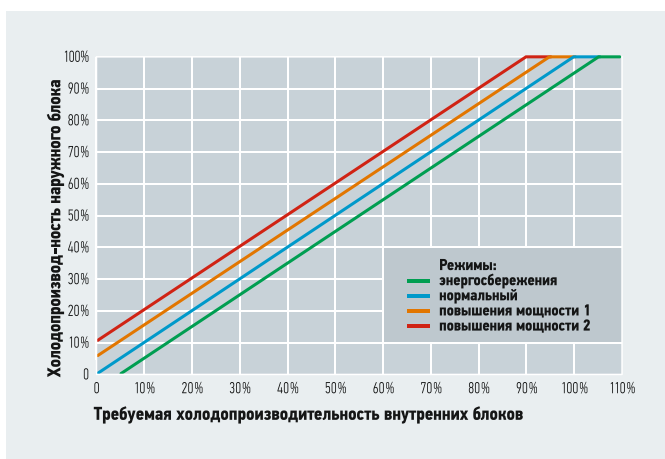
### Коррекция производительности

В определённых случаях необходимо увеличить реальную производительность внутренних блоков, пусть даже и в ущерб энергоэффективности. Для этого в системе предусмотрена возможность коррекции температуры кипения в режиме охлаждения (рис. 2) и температуры конденсации в режиме обогрева (рис. 3). Особо ощутимый эффект это даёт при неполной загрузке системы. В этом же режиме настройки возможна активация режима энергосбережения.

### Приоритет выбора режима работы

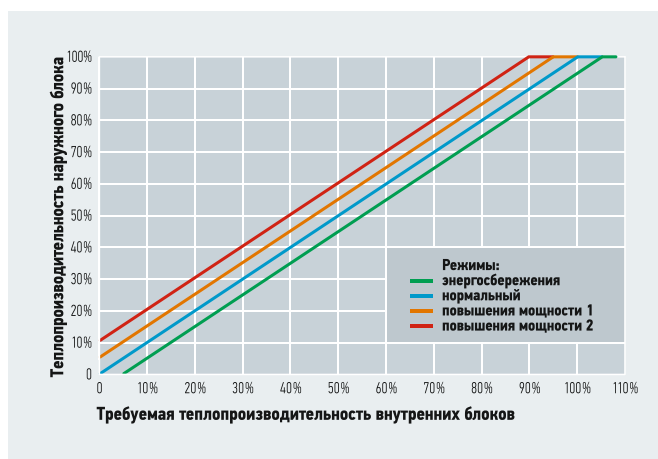
Номинально VRF-система работает в том режиме, который был выбран для первого включённого внутреннего блока, но это не всегда соответствует требованиям заказчика, особенно учитывая, что если кто-то захочет переключиться в другой режим работы при уже работающей системе, сделать это не получится. Для этого потребуется сначала выключить все внутренние блоки, а потом запустить систему в требуемом режиме.

Airstage V III позволяет изменить приоритетный сигнал с команды от первого включённого внутреннего блока на команду от внешнего сигнала, идущего через наружный блок, или от проводного пульта управления внутренним блоком, назначенного главным в системе. При выборе приоритета внешнего сигнала, идущего через наружный блок, можно принудительно ограничивать работу системы режимом охлаждения или обогрева. А при выборе режима приоритета проводного пульта управления система будет работать в том режиме, который выберет владелец пульта. В этом случае допускается автоматический выбор режима



❖❖ Рис. 2. Коррекция температуры кипения в режиме охлаждения

Режим	Температура кипения
Энергосбережение	+2 °C
Нормальный	без изменений
Повышенная мощность 1	-2 °C
Повышенная мощность 2	-4 °C



❖❖ Рис. 3. Коррекция температуры конденсации в режиме обогрева

Режим	Температура конденсации
Энергосбережение	-2 °C
Нормальный	без изменений
Повышенная мощность 1	+2 °C
Повышенная мощность 2	+4 °C



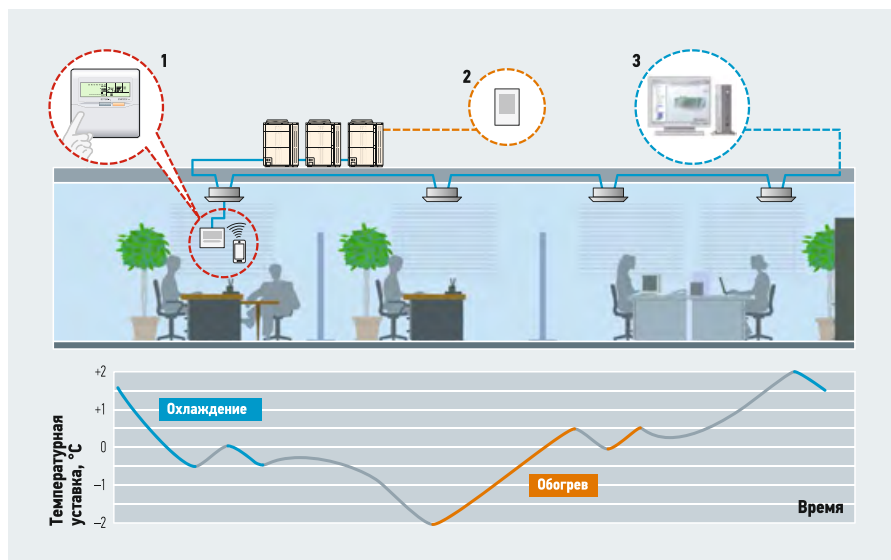
работы, позволяющий быстро переключаться между режимами охлаждения и нагрева независимо от рабочего режима остальных внутренних блоков. Итак, система обеспечивает в приоритетном помещении комфортный микроклимат в любое время года. Также приоритетный режим работы можно выбрать с помощью системного контроллера.

### Задержка запуска наружного блока

На крупных объектах, где установлено несколько независимых систем Airstage V III, возможна активация режима последовательного запуска наружных блоков. Это позволяет снизить нагрузку на сеть, существенно уменьшив суммарные пусковые токи. Допускается настройка задержки пуска на 21, 42 и 63 секунды по времени.

### Ограничение потребляемой мощности

Возможна настройка трёх уровней снижения потребляемой мощности. При активации этого режима можно ограничить потребляемую мощность на уровне 80, 60 или 40% от номинальной. Это позволяет существенно повысить экономию электроэнергии и сохранить рабо-



❖ Мультизональная система Airstage V III — способы задания приоритетного режима работы (1 — индивидуальные пульта управления, подключённые к приоритетному внутреннему блоку; 2 — внешний терминал ввода данных для наружного блока; 3 — системный контроллер)

тоспособность системы при значительной возросшей нагрузке на сеть. Но необходимо учитывать, что производительность системы при работе в этом режиме также снижается.

### F3 «Настройка специальных режимов»

В режиме F3 специалист может запустить процесс тестирования системы при ра-

боте как на охлаждение, так и на обогрев, а также осуществить автоадресацию внутренних блоков и усилителей сигналов.

### F9 «История ошибок»

В этом режиме отображается журнал ошибок. Постоянно сохраняется информация о последних десяти ошибках, произошедших в системе (в табл. 3 представлены возможные ошибки). ●

### ❖ Возможные ошибки и их коды

табл. 3

Код ошибки	Описание ошибки	Код ошибки	Описание ошибки
13.1	Ошибка связи между наружными блоками	77.1	Неисправность датчика температуры радиатора
14.1	Ошибка №1 связи в сети	82.2	Неисправность датчика температуры на выходе из теплообменника переохлаждения
14.2	Ошибка №2 связи в сети	83.1	Неисправность датчика температуры 1 жидкостной трубы
14.5	Неправильное количество внутренних блоков	83.2	Неисправность датчика температуры 2 жидкостной трубы
28.1	Ошибка автоматического присвоения адресов	84.1	Неисправность датчика тока 1
28.4	Ошибка автоматического присвоения адреса усилителю сигнала	86.1	Неисправность датчика давления нагнетания
50.1	Ошибки внутренних блоков	86.3	Неисправность датчика давления всасывания
61.2	Пониженное или повышенное напряжение на наружном блоке	86.4	Неисправность реле высокого давления 1
61.5	Неправильное подключение фаз, неправильная подача питания	93.1	Ошибка запуска инверторного компрессора
62.3	Ошибка доступа к электронно-перепрограммируемому ПЗУ	94.1	Автоматическое отключение (аварийное)
62.6	Ошибка связи с платой инвертора	95.5	Потеря синхронизации двигателя инверторного компрессора
62.8	Ошибка данных в электронно-перепрограммируемом ПЗУ	97.1	Двигатель вентилятора заблокирован
63.1	Неисправность инвертора	97.5	Повышенная температура двигателя вентилятора
67.2	Неисправность питания инвертора	97.9	Ошибка драйвера двигателя вентилятора наружного блока
68.1	Неисправность магнитного реле	9A.1	Ошибка катушки EEV клапана №1 наружного блока
68.2	Срабатывание тепловой защиты токоограничивающего резистора	9A.2	Ошибка катушки EEV клапана №2 наружного блока
69.1	Неисправность платы связи наружного блока	9A.3	Ошибка катушки EEV клапана №3 наружного блока
71.1	Неисправность датчика температуры нагнетания 1	9U.2	Неисправность в ведомом наружном блоке
72.1	Неисправность датчика температуры компрессора 1	A 1.1	Повышенная температура нагнетания 1
73.4	Неисправность датчика температуры теплообменника №1 наружного блока со стороны газа	A 3.1	Повышенная температура компрессора 1
73.5	Неисправность датчика температуры теплообменника №1 наружного блока со стороны жидкости	A 4.1	Повышенное давление нагнетания
73.6	Неисправность датчика температуры теплообменника №2 наружного блока со стороны газа	A 4.2	Срабатывание защиты по высокому давлению 1
73.7	Неисправность датчика температуры теплообменника №2 наружного блока со стороны жидкости	A 5.1	Аномально низкое давление всасывания
74.1	Неисправность датчика внешней температуры	A 6.3	Ошибка температуры газа теплообменника №1 наружного блока
75.1	Неисправность датчика температуры всасываемого газа	A 6.4	Ошибка температуры газа теплообменника №2 наружного блока
		A C.4	Повышенная температура радиатора







❖ НПЗ — актуальное место для реализации решений по взрывозащите

должно быть обосновано. Так, например, приточные установки по возможности предпочтительно размещать в помещениях, необременённых взрывоопасными веществами, отгораживаясь от опасных зон воздушными клапанами. А вот клапаны применять уже во взрывозащищённом исполнении (фото 3).

Почему бы не застраховаться и не поставить приточные взрывозащищённые установки? Надо понимать, что наличие двигателя во взрывозащищённом исполнении в комплекте с вентилятором не делает автоматически весь агрегат взрывозащищённым. На это обращаю ваше особое внимание.

Я сталкивалась с технико-коммерческими предложениями не очень компетентных (не хочется думать — недобросовестных) поставщиков оборудования, которые предлагали заказчику дословно «вентилятор с взрывозащищённым двигателем». Это абсолютно некорректный термин. Во-первых, нет указания степени взрывозащиты. Во-вторых, наличие

взрывозащищённого двигателя не делает весь агрегат в целом взрывозащищённым. Возьмём, например, вентилятор со степенью взрывозащиты СИ Т1-Т4, подразумевающий работу в том числе и с водородом. Как известно, при одновременном наличии водяных паров и водорода возможно образование кислоты. Поэтому вентилятор с такой степенью взрывозащиты должен быть выполнен ещё и в кислотостойком исполнении, что позволит значительно увеличить срок его службы (фото 4).

Если рассматривать приточную установку во взрывозащищённом исполнении, то это не только взрывозащищённый электродвигатель у вентилятора, но и соответствующее исполнение всех трудящихся деталей установки, приводов всех регулирующих и запорных элементов (например, узла управления), и, соответственно, шкаф автоматики (фото 2). Всё вместе это ведёт к значительному удорожанию системы.



❖ Фото 2. Взрывозащищённый шкаф автоматики для соответствующих объектов

Поэтому там, где можно корректно, без ущерба для безопасности объекта уйти от использования оборудования (особенно приточного) в специальном исполнении — необходимо это осуществить. А это уже творческая задача специалистов проектных организаций.

Но в тех случаях, где специальное исполнение оборудования есть требование к обеспечению безаварийного функционирования объекта, — применение его не подлежит сомнению. И, что важно, применение именно сертифицированного оборудования. К сожалению, с проблемой некомпетентных или недобросовестных поставщиков услуг возможно столкнуться на любом этапе строительства: от проектирования до эксплуатации объекта. Здесь целый комплекс проблем: недостаточная подготовка специалистов, отсутствие нормативных документов взамен или в дополнение к прежним отраслевым стандартам, отсутствие нормативной базы, регламентирующей



❖ Фото 3. Вентиляционный клапан во взрывозащищённом исполнении



❖ Фото 4. Вентилятор во взрывозащищённом и кислотостойком исполнении

весь комплекс мероприятий по обеспечению взрывобезопасности на промышленных объектах. Отсутствие на данный момент чётких современных стандартов в этой области ведёт к наличию лазеек для некомпетентных или недобросовестных поставщиков услуг.

Учитывая это, стандартизации придаётся высокое значение на всех уровнях, в том числе и на уровне Правительства РФ. Распоряжением Правительства РФ от 24 сентября 2012 года №1762-р стандартизация определена как один из ключевых факторов, влияющих не только на безопасное функционирование объектов народного хозяйства, но и на модернизацию, технологическое и социально-экономическое развитие страны, а также на обороноспособность государства.

Для решения этих вопросов был создан технический комитет ТК 001 «Производственные услуги». До момента создания этого комитета не существовало национального, а тем более межнационального комитета по стандартизации, который разрабатывал бы требования и регламентировал производственные услуги, предоставляемые заинтересованным организациям, а также методы контроля качества их оказания. В состав членов комитета вошли в том числе и Росстандарт, и МЧС России, а также ряд аналогичных организаций стран Таможенного союза. Таким образом, комитет имеет основания получить статус межгосударственного образования.

В рамках данного технического комитета ТК 001 работает подкомитет №3 «Обеспечение взрывобезопасности на промышленных объектах». В плане подкомитета разработка ряда объектов стандартизации, в том числе:

- «взрывозащита» (в части услуги проектирования, монтажа, ремонта и обслуживания взрывозащищённого оборудования на производстве);
- услуги в области обеспечения безопасности производства и предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей, в том числе потребителей; и ряда других объектов.

В настоящее время ведётся работа над национальным стандартом Российской Федерации под эгидой Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии «Производственные услуги. Обеспечение взрывобезопасности на промышленных объектах», значение которого трудно переоценить.

Для начала необходимо разобраться в терминологии. Мы привыкли все эти мероприятия называть одним словом — взрывозащита. Однако надо понимать,



•• Куйбышевский нефтеперерабатывающий завод

что существует, во-первых, взрывопреупреждение, то есть мероприятия, служащие для недопущения взрыва. И уже, во-вторых, взрывозащита, то есть мероприятия, минимизирующие ущерб уже произошедшего взрыва. В свою очередь, все эти меры могут носить как пассивный, так и активный характер. К пассивным способам взрывопреупреждения относится применение конструктивных и технологических решений, составов и материалов, предупреждающих возможность возникновения взрывов. Это наливные полы, отсутствие рёбер плит покрытия в помещениях аккумуляторных, взрывозащищённое исполнение оборудования, применение соответствующих технологий и технологического оборудования и другие мероприятия.

К активным же методам взрывопреупреждения относится применение инженерных систем, функционирование которых предотвращает возможность возникновения взрыва, а также мероприятия по контролю, надзору и технике безопасности.

Это системы общеобменной и местной вентиляции, обеспечивающие требуемый воздухообмен, контроль параметров воздуха, в том числе с использованием газоанализаторов, системы аварийной вентиляции, предотвращающие переход аварийной ситуации во взрывную, включение которых может осуществляться в том числе по сигналу газо-

анализаторов. Большую роль в цепочке этих мероприятий имеет процесс проектирование инженерных систем.

Пассивные способы взрывозащиты — это применение конструктивных и технологических решений, составов и материалов, снижающих негативное воздействие взрыва на людей и материальные ценности. Такими мероприятиями являются применение легкобросаемых конструкций, возведение зданий бункерного типа (например, операторные на территориях нефтеперерабатывающих заводов), применение противовзрывных клапанов на инженерных, в том числе на вентиляционных системах для снижения мощности ударной волны.

Большое значение имеет также задача гармонизации российских и международных нормативных документов. Это даёт возможность использовать нарабатанный зарубежными коллегами опыт, учитывать современные требования и тенденции. При этом не стоит забывать и о преемственности, о существующих у нас наработках, рассматривая их с точки зрения современных технологий с одной стороны, и с точки зрения необходимой достаточности с другой стороны. Не секрет, что многие ранее существовавшие отраслевые российские и советские стандарты были значительно более жёсткими, чем зарубежные. А значит, необходим анализ этих документов с учётом наличия нового современного оборудования, материалов и конструкций, позволяющих, например, обеспечивать подпор с меньшими энергетическими затратами.

Естественно, что все мероприятия по обеспечению взрывобезопасности, противопожарные мероприятия требуют дополнительных капитальных и эксплуатационных затрат.

Однако они несоизмеримы с затратами, необходимыми на восстановление после возникновения чрезвычайных ситуаций. И, тем более, невосполним урон здоровью и жизни людей. ●

**В настоящее время ведётся работа над национальным российским стандартом под эгидой Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии «Производственные услуги. Обеспечение взрывобезопасности на промышленных объектах», значение которого трудно переоценить**







Такие условия выращивания птицы дадут возможность повысить качество и конкурентоспособность товарной продукции птицеводства. Для выполнения поставленных задач необходим системный и комплексный подход к организации технических средств, обеспечивающих создание и поддержание требуемых технологических параметров среды в сельскохозяйственных помещениях, снижения энергоёмкости оборудования [3]. Системный подход к изучению технологического процесса предусматривает упорядоченное исследование, выполнение целенаправленных экспериментов, аналитических и конструктивных разработок. Системный подход служит методологией анализа и синтеза сложных экономико-организационных и технических комплексов, рассматриваемых как система. При системном подходе к проблеме создания и поддержания требуемых технологических параметров среды необходимо проанализировать основные свойства технических систем с целью выявления характера изменения управляющих параметров, что в свою очередь является сложной задачей описания системы, имеющей схоластическую природу. Свойства технических систем — сложность, целостность, иерархичность, полуавтоматичность; система является сложной — изменение любой переменной приводит к изменениям нескольких переменных. Главным свойством системы является «эмерджентность», которая выражается в переходе количества в качество. Основные свойства технических систем подразумевают совокупность значитель-

ного числа разнообразных и взаимосвязанных элементов подсистем, имеющих высокую стоимость и выполняющих несколько функций. Между элементами подсистем существуют системообразующие связи, которые характеризуют упорядоченность и взаимодействие составляющих систему элементов и представляют её в виде целостного объекта.

При решении задач, связанных с обеспечением необходимого воздухообмена в птицеводческом помещении необходимо рассматривать здание как единую энергетическую систему, состоящую из нескольких аспектов, неразрывно связанных друг с другом.

**Системный подход к изучению технологического процесса предусматривает упорядоченное исследование, выполнение целенаправленных экспериментов, аналитических и конструктивных разработок. Системный подход служит методологией анализа и синтеза сложных экономико-организационных и технических комплексов, рассматриваемых как система**

Первый — технологические приёмы, помогающие минимизировать негативное воздействие высокой внешней температуры на птицу [4]:

- снижение плотности посадки, расчёт которой для взрослой птицы (по формуле (1) определяется посадочным коэффициентом  $K$  в зависимости от возрастных технологических видов птицы (табл. 3):

$$K = \frac{2T100}{\left(2 - \frac{a}{100}\right)P_n}$$

где  $K$  — величина посадочного коэффициента птицы для напольной системы содержания, %;  $T$  — продолжительность технологического цикла, недель;  $a$  — выбраковка птицы с учётом падежа, %;  $P_n$  — продолжительность продуктивного использования, недель;

- ограничение используемой подстилки по глубине до 3–5 см;
- избегать кормления в самый жаркий период суток;
- для птицы начиная с четырёхдневного возраста применение светового режима, чередующего 1 ч света и 3 ч темноты;
- периодическое орошение водой зон открытого бетонного пола по внутреннему периметру здания вдоль стен шириной по 1 м<sup>2</sup> для создания дописточника испарительного охлаждения;
- обеспечение свободного круглосуточного доступа птицы к системе поения, увеличение фронта поения на 20–25 %;

Второй аспект — кормовые факторы: добавление в корма антиоксидантов; увеличение содержания витаминов А, Е и витаминов группы В в кормах: хлорида калия (0,25–0,5 % выпойкой или 0,5–1,0 % в корм); витамина Е (до 250 мг/кг корма); аскорбиновой кислоты (100–200 г/т готового корма); применение инкапсулированных форм витаминов; недопущение контакта витаминов и микроэлементов вплоть до момента выработки кормов; добавление мультиферментных препаратов — амилазы, протеазы, ксиланазы к кормам в период снижения поедаемости; добавление в корм бикарбоната натрия 4–10 кг/т для восстановления в организме уровня щелочного буфера, утраченного при алкалозе в результате гиперпное птицы в жару; добавление цинка бацитрацина/кормовых антибиотиков.

••• Рекомендованные величины посадочного коэффициента

табл. 3

Вид птицы	Возрастные технологии недели	Посадочный коэффициент $K$ , %
Куры яичных кроссов	1–17 (16) — 74 (76)	132,3–138,5
Куры мясояичных пород	1–17 (18) — 55 (58)	142,9–145,4
Куры мясных пород	1–18 (19) — 60 (64)	151,9–154,6

\* Для возрастных видов птицы при напольной системе содержания.



Третий аспект — инженерно-технические решения обеспечения микроклимата в сельскохозяйственных помещениях. При анализе пассивных инженерных средств нашего региона с длительными периодами высоких температур можно выделить основные, предупреждающие негативное тепловое воздействие на птицу от накаляющейся в жару кровли и стен птицеводческого помещения: ориентация здания птицеводческого помещения по его длине, как правило, в восточно-западном направлении; максимальная высота крыши составляет не менее 4 м со скатом 200 мм, хорошо изолирована; крыша выступает над стенами на 1–1,5 м с целью затенения стен от солнечного освещения; стены с наружной стороны покрыты теплоотражающим, с внутренней стороны водонепроницаемым материалом; внутренняя поверхность крыши окрашена в белый цвет с целью снижения теплопоглощения.

Но основная роль в минимизации негативного воздействия высокой внешней температуры на птицу принадлежит активным инженерным средствам. Это наиболее эффективные и дорогостоящие меры недопущения теплового стресса у птицы. При наличии вытяжной механической вентиляции и возникающего разряжения за счёт сил теплового и ветрового давления стены помещения находятся в зоне устойчивой инфильтрации [3, 5, 6]. Эти условия позволяют максимально использовать эффекты поровой инфильтрации: тепловой эффект; эффект обдува влажного воздуха; вентиляционный эффект; фильтрование приточного воздуха от различных примесей; диффузионного переноса, снижающего загазованность в помещении; осушающий эффект, способствующий интенсивному отбору влаги, находящейся в порах материала стены помещения, инфильтрующимся воздухом [2].

В птицеводческих предприятиях нашей республики на территориях Дубосарского, Ново-Аненского, Слободзейского районов и городов Бендеры, Рыбница получила распространение искусственная вентиляция отрицательного давления, обеспечивающая эффективный температурный контроль и равномерное распределение поступающего в помещение воздуха. Вентиляционно-отопительная система включает в себя центробежный вентилятор, который подаёт свежий воздух на калориферы и далее в приточные воздуховоды. Такую систему выполняют из двух автономных установок равной производительности с целью обеспечения надёжности и плав-



ного регулирования подачи воздуха. Используют её при посадке птицы зимой, в переходные периоды и летом без отопительной части. Вытяжная система состоит из осевых низконапорных вентиляторов, устанавливаемых в проёмах продольных стен птичника. Для соответствия производительности вытяжной и приточной на крыше установлены приточные шахты с регулирующими заслонками. Совершенство компьютерного управления позволяет устанавливать режимы вентиляции, отвечающие требованиям конкретной ситуации. Можно выделить несколько зарубежных компаний, оборудование которых создаёт и поддерживает микроклимат в птицеводческих хозяйствах нашего региона: Big Dutchman (Германия), Skov A/S (Дания, представитель — ПКБ «Неофорс», Республика Беларусь), VDL Agrotech (Голландия). Работа климатического оборудования птицеводческого хозяйства «Анина» Ново-Аненского района основана на принципе испарительного метода охлаждения используемого для охлаждения птицы при высокой внешней температуре. В его основе лежит принцип поглощения теплоты испаряющейся жидкостью при адиабатическом охлаждении, при котором вода изменяет фазовое состояние путём свободного испарения. Увеличение абсолютного влагосодержания приводит к понижению температуры воздуха и ассимиляции избыточной теплоты без использования искусственного холода. За счёт испарительного метода охлаждения происходит фактическое снижение температуры воздуха на 4–6 °С. Испарительное охлаждение осуществляется кассетами рециркуляционного охлаждения.

Особенность обеспечения микроклимата помещений состоит в энергозатратности оборудования, обеспечивающее технологические параметры среды. Для уменьшения затрат энергии на подогрев

приточного воздуха возможно применение рециркуляции воздуха, которое встречает возражение в ряде источников [2], так как это связано с риском переноса бактериальной флоры, вредных веществ и пыли. Рециркуляционный воздух необходимо очистить от микрофлоры и газообразных примесей.

Такая обработка воздуха не только положительно скажется на микроклимате в помещении, но и улучшит воздушный бассейн птицефабрики [2]. Известны несколько экологических способов обработки воздуха с целью улучшения санитарно-гигиенического состояния:

- обработка воздуха озоном, уничтожающим микрофлору [7] (продуктами реакции являются соли неорганических кислот, углекислый газ и пары воды);
- удаление углекислого газа преобразованием его хлорофиллом растений в углеродные соединения и кислород [8];
- промывка воздуха помещений водными растворами солей и озонирование циркулирующего воздуха перед каждой промывкой, удаление избыточного озона при помощи катализатора [9] (воздух после озонирования подвергается промывке водой, которую можно использовать для подкормки растений, отметим также, что применения органических подкормок, полученных в результате озонирования воздуха, даст развитие подсобных хозяйств при агропромышленных комплексах, поскольку органические фермы становятся всё более популярными). ●

1. Агеев В.Н., Асриян М.А. и др. Индустриальная технология производства яиц // М.: Россельхозиздат, 1984.
2. Бодунов А.В. Обеспеченность параметров микроклимата в сельскохозяйственных зданиях с воздухопроницаемыми наружными ограждениями: Дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н. / ННГАСУ. — Нижний Новгород, 2003.
3. Бронфан Л.И. Микроклимат помещений в промышленном животноводстве и птицеводстве. — Кишинев: Штинца, 1984.
4. Бессарабов Б.Ф. Ветеринарно-санитарные мероприятия по профилактике болезней птиц. М.: Россельхозиздат, 1983.
5. Валов В.М. Энергосберегающие животноводческие здания (физико-технические основы проектирования). — М.: Изд-во АСВ, 1997.
6. Ушков Ф.В. Теплопередача ограждающих конструкций при фильтрации воздуха. — М.: Стройиздат, 1969.
7. А.с. СССР №883610 МКИ F 24 F 3/66. Способ обработки приточного воздуха / Малов В.И., Харченко Н.С., Аверков О.Н., Куликов Г.С., Хлебников Ю.П., Арутюнянц А.С., Гальперович И.Я., Шмыгуль О.П., Загривных Н.И. Опубл. 23.11.1981.
8. Патент РФ №2143922, МКИ А 61 L 9/00. Способ оздоровления воздуха в помещении / Рабинович А.М., Быков В.А., Жученко А.А., Зайко Л.Н. Опубл. 10.01.2000.
9. А.с. СССР №659842, МКИ F 24 F 3/6. Способ очистки воздуха от производственных загрязнений / Баранов С.С., Дудницкий И.А., Емельянов Б.В., Кривошипин И.П., Трегубов Б.А., Шалыгин В.Н., Эльберг Г.К. Опубл. 30.04.1979.





дания и учёта в расчёте теплоты проникающей через окна солнечной радиации, отдельного расчёта суммарных теплопоступлений в помещение и ассимилирующих потоков холода от системы кондиционирования воздуха позволила выявить зависимость холодильной нагрузки помещения на систему кондиционирования воздуха от теплоустойчивости помещения.

На величину теплового потока, ассимилирующего теплоизбытки (то есть на холодильную нагрузку), теплоустойчивость влияет в двух противоположно направленных процессах. С одной стороны, холода требуется тем меньше, чем легче отделка помещения, так как в этом случае теплоизолирующая лёгкая отделка препятствует уходу холода вглубь ограждающей конструкции [9]. С другой — при переходе лучистой теплоты от нагрева лучистым потоком внутренних поверхностей ограждений в конвективную более теплоустойчивые ограждающие конструкции сильнее сглаживают пики лучистых теплопоступлений и отводят вглубь себя теплоту [10]. Поэтому холодильная нагрузка от лучистых теплопоступлений при ассимиляции их конвективной системой уменьшается.

Проверить, как в случае ассимиляции конвективной системой лучистых теплопоступлений в течение летнего сезона, было решено для условий города Сочи. В качестве наружных условий принима-

**На величину теплового потока, ассимилирующего теплоизбытки (то есть на холодильную нагрузку), теплоустойчивость влияет в двух противоположно направленных процессах**

лись средние за каждый летний месяц суточные изменения температуры и интенсивности солнечной радиации.

Для расчётов приняты рядовые помещения, имеющие «лёгкие» и «тяжёлые» ограждающие конструкции. Размеры помещения: ширина 4,74 м, глубина 6,32 м, высота 3,7 м. Размеры окна: ширина 2,56 м, высота 2,2 м. Толщина утеплителя в наружных стенах, подбиралась исходя из обеспечения приведённого сопротивления теплопередаче, равного требуемому 1,49 м<sup>2</sup>·°C/Вт. Внутренняя теплоустойчивость помещения в периодическом процессе с суточным периодом оценивалась показателем теплоусвоения помещения  $Y_{п}$  [8]. Значения безразмерного отношения показателя теплоусвоения помещения  $Y_{п}$  [Вт/°C] к показателю конвективного теплообмена  $\Lambda$  [Вт/°C] равны: при лёгкой отделке помещения  $Y_{п}/\Lambda = 1,48$ , при тяжёлой —  $Y_{п}/\Lambda = 7,39$ .

В помещении поддерживалась температура воздуха 23,5–24,5°С в течение рабочего дня с 9:00 до 18:00 часов.

В табл. 1 приведены результаты расчёта тепловой нагрузки на систему конди-

ционирования воздуха помещения, окна которого обращены на юг и восток. Следует иметь в виду, что в расчётах учитывались все теплопоступления в помещение: и от солнечной радиации через окна, и теплопоступления за счёт теплопередачи через наружные ограждающие конструкции. Влияние лёгкой или тяжёлой отделки сказывается незначительно, хотя преимущество тяжёлой отделки проследивается явно. Это означает, что процессы трансформации лучистой теплоты в конвективную превалируют над процессами теплоустойчивости по отношению к прерывистому охлаждению помещения.

**Выводы**

1. На потребление холода для кондиционирования воздуха оказывает влияние не только теплоустойчивость помещения, но и природа (конвективная или лучистая) теплопоступления, формирующего нагрузку.
2. При кондиционировании воздуха, когда ассимиляция теплопоступлений осуществляется конвективным путём, выбор лёгкой внутренней отделки для помещения целесообразен при превалировании конвективных теплопоступлений в помещении, а тяжёлой — при превалировании лучистых.

Расчёты нестационарного теплового режима помещения с лучистыми теплоизбытками показали меньшие затраты холода для помещений с тяжёлыми ограждающими конструкциями. Причём экономия холода по сравнению с теплопоступлениями в Сочи за сезон составляет более 8%.

❖ Сравнение холодопотребления с теплопоступлениями\*

табл. 1

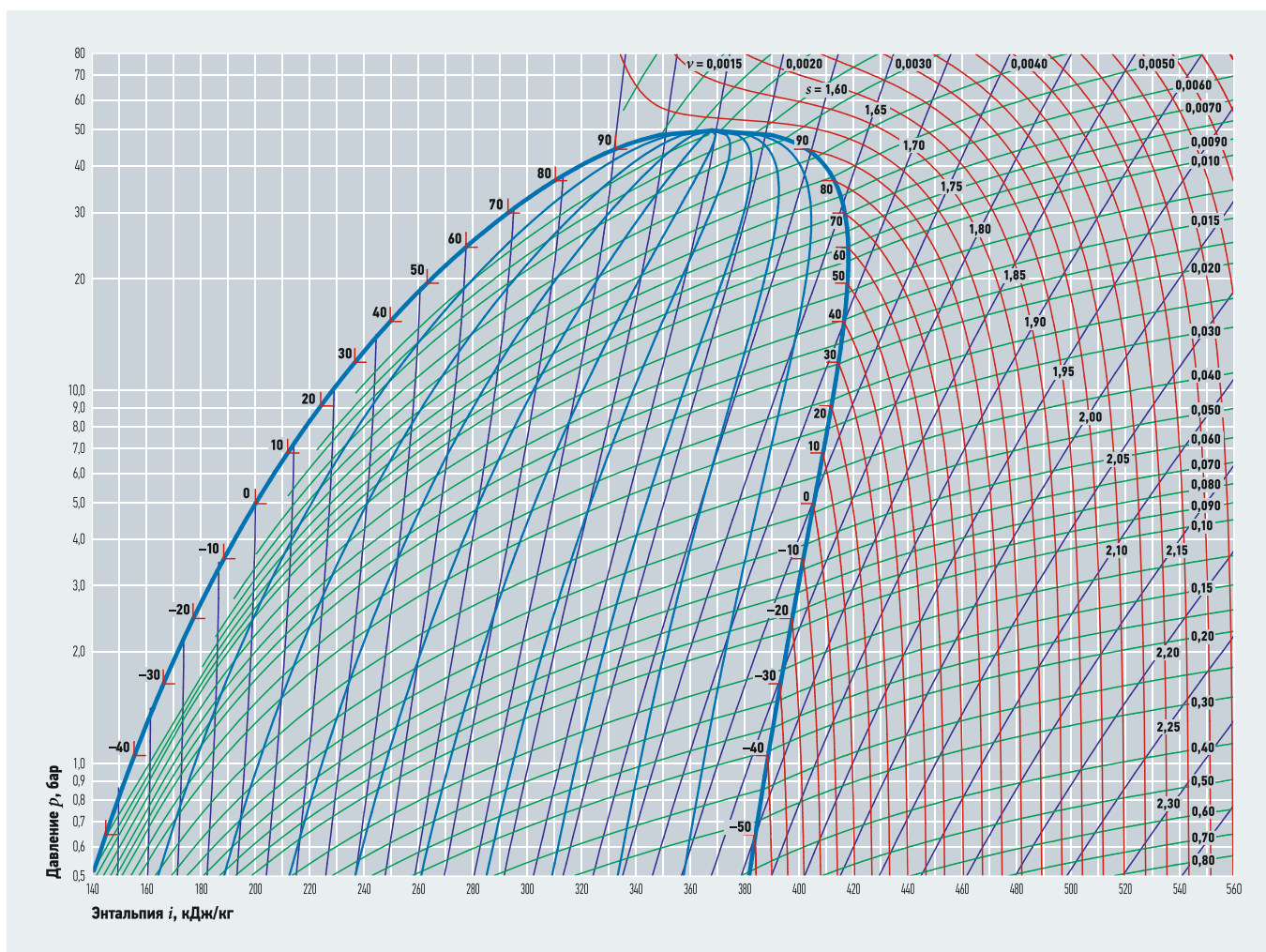
Сторона горизонта	Месяц	Тип ограждения	Суммарное холодопотребление за рабочий день, кВт_ч	Суммарные теплопоступления в помещение за рабочий день, кВт_ч	Экономия холода по сравнению с теплопоступлениями, %
Юг	Май	Лёгкие	681	727	6,8
		Тяжёлые	607	651	7,2
	Июнь	Лёгкие	1877	2007	6,9
		Тяжёлые	1712	1837	7,3
	Июль	Лёгкие	4676	5111	9,3
		Тяжёлые	4595	5041	9,7
Август	Лёгкие	6065	6615	9,1	
	Тяжёлые	5987	6556	9,5	
Сентябрь	Лёгкие	6175	6689	8,3	
	Тяжёлые	6012	6532	8,6	
Восток	Май	Лёгкие	3175	3424	7,8
		Тяжёлые	2617	2831	8,2
	Июнь	Лёгкие	5912	6390	8,1
		Тяжёлые	5907	6408	8,5
	Июль	Лёгкие	6978	7580	8,6
		Тяжёлые	7060	7705	9,1
	Август	Лёгкие	6533	7107	8,8
		Тяжёлые	6565	7175	9,3
	Сентябрь	Лёгкие	4261	4609	8,2
Тяжёлые		4175	4527	8,4	

\* В помещении в течение рабочего дня.

1. Бодров М.В. Теплоустойчивость помещений сельскохозяйственных зданий // Известия КазГАСУ, №1/2010.
2. Slee B., Parkinson T., Hyde R. Can You Have Too Much Thermal Mass? // Cutting Edge in Architectural Science: Proceedings of the 47th International Conference of the Architectural Science Association. 2013.
3. Evangelisti L. Influence of the thermal inertia in the European simplified procedures for the assessment of buildings' energy performance // Sustainability. 2014. №7.
4. Kendrick C. Thermal mass in new build UK housing: A comparison of structural systems in a future weather scenario // Energy and buildings. 2012. Т. 48.
5. Ellerbrok C. Potentials of demand side management using heat pumps with building mass as a thermal storage // Energy Procedia. 2014. Т. 46.
6. Al-Sanea S.A., Zedan M.F., Al-Hussain S.N. Effect of thermal mass on performance of insulated building walls and the concept of energy savings potential // Applied Energy. 2012. Т. 89. №1.
7. Wang L.S. A study of building envelope and thermal mass requirements for achieving thermal autonomy in an office building // Energy and Buildings. 2014. Т. 78.
8. Шкловер А.М. Теплопередача при периодических тепловых воздействиях. — Л.: Госэнергоиздат, 1961.
9. Малявина Е.Г., Асатов Р.Р. Влияние теплового режима наружных ограждающих конструкций на нагрузку системы отопления при прерывистой подаче теплоты // Academia (РААСН), №3/2010.
10. Малявина Е.Г. Теплоустойчивость помещения и типоразмер кондиционера // Стройпрофиль, №2/2005.







❖ Рис. 2. Пример  $p$ - $h$ -диаграммы для хладагента R22 (дифторхлорметан)

с R123 рекомендуется использовать алкилбензолное холодильное масло или смесь минерального и алкилбензолного.

**Хладагент R13.** «Хладон-13» (трифторхлорметан,  $\text{CF}_3\text{Cl}$ , CFC13, R13) — бесцветный негорючий газ со слабым запахом тетрахлорметана ( $\text{ODP} = 1$ ;  $\text{GWP} = 11700$ ). Является хладагентом высокого давления в технике средних и низких температур. При соприкосновении с пламенем разлагается с образованием высокотоксичных продуктов. «Хладон-13» уже давно снят с производства и заменён хладоном R23.

### Альтернативные многокомпонентные хладагенты групп ГХФУ

**Хладагент R401a (-b, -c).** Это зеотропная смесь среднего давления с температурным глайдом  $\Delta t_{\text{gl}} = 4\text{--}5$  К. В зависимости от условий эксплуатации, холодопроизводительность холодильной системы, в которой ранее был R12, увеличивается на 5–8%. Хладагент R401 несовместим с минеральными маслами, поэтому во время ретрофита необходимо заправлять холодильный агрегат алкилбензолным

маслом, причём также требуется замена фильтра-осушителя.

Хладагент рекомендуется применять для ретрофита в высоко- (более  $0^\circ\text{C}$ ) и среднетемпературных торговых холодильных установках (герметичные, бесальникковые компрессоры и компрессоры с открытым приводом), бытовых холодильниках и стационарных кондиционерах воздуха для замены R12.

Холодопроизводительность холодильной системы, работающей на R401, сопоставима с холодопроизводительностью систем на R12 при температурах кипения выше  $-25^\circ\text{C}$ .

**Необходимо отметить, что изменение состава рабочей смеси, циркулирующей в конкретной холодильной системе, может привести к ухудшению её энергетических характеристик, особенно в схемах с ресивером или при значительной длине коммуникационных линий**

**Хладагент R404a.** Это близкозеотропная смесь R125, R143a и R134a с соотношением массовых долей компонентов 44; 52 и 4%, соответственно. Температурный глайд — менее 0,5 К. В зависимости от условий эксплуатации обеспечиваются повышение холодопроизводительности на 4–5% и снижение температуры нагнетания в компрессоре до 8% по сравнению с аналогичными характеристиками R502. После поступления в продажу с конца 1993 года R404a первоначально использовали в новом оборудовании, рассчитанном на низкие и средние температуры кипения. В настоящее время R404a применяют в качестве заменителя R502 при ретрофите систем. При этом необходима замена минерального масла на полиэфирное и фильтра-осушителя.

Изменение состава смеси, циркулирующей в холодильной системе, может привести к ухудшению её энергетических характеристик, особенно в схемах с ресивером или при значительной длине коммуникационных линий. Компонентом служит R143a, который в чистом виде становится горючим при давлении

•• Основные характеристики некоторых хладагентов

табл. 1

№	Формула, название или состав	M, г/моль	t <sub>s</sub> , °C	t <sub>к</sub> , °C	P <sub>к</sub> , МПа	ODP/GWP
R10	CCl <sub>4</sub> Тетрахлорметан	153,8	76,7	283,4	4,560	0,73/1400
R11	CCl <sub>3</sub> F Трихлорфторметан	137,4	23,8	198,0	4,408	1,0/4750
R12	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Дифтордихлорметан	120,9	-29,8	111,8	4,136	1,0/10900
R12b1	CBrClF <sub>2</sub> Дифторхлорбромметан	165,36	-3,7	153,8	4,102	7,1/1890
R12b2	CBr <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Дифтордибромметан	209,8	22,8	198,1	4,130	0,4/231
R13	CClF <sub>3</sub> Трифторхлорметан	104,46	-81,5	28,7	3,877	1,0/14400
R13b1	CF <sub>3</sub> Br Трифторбромметан	148,91	-57,8	67,0	3,964	16,0/7140
R14	CF <sub>4</sub> Тетрафторметан	88,00	-127,8	-45,7	3,750	0/7390
R20	CHCl <sub>3</sub> Трихлорметан	119,4	61,2	262,4	5,480	-/31
R21	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> Дихлорфторметан	102,9	8,92	178,5	5,180	0,04/151
R22	CHClF <sub>2</sub> Хлордифторметан	86,5	-40,7	96,1	4,990	0,05/1810
R22b1	CNBrF <sub>2</sub> Дифторбромметан	130,9	-14,6	138,8	5,200	0,74/404
R23	CHF <sub>3</sub> Трифторметан	70,0	-82,1	25,9	4,836	0/14800
R30	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> Дихлорметан	84,9	39,6	235,2	6,080	0/8,7
R31	CH <sub>2</sub> FCl Фторхлорметан	68,5	-9,1	151,8	5,131	0,02/-
R32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Дифторметан	52,02	-51,7	78,2	5,800	0/675
R40	CH <sub>3</sub> Cl Хлорметан	50,49	-24,2	143,1	6,670	0,02/13
R41	CH <sub>3</sub> F Форметан	34,03	-78,4	44,3	5,880	0/92
R50	CH <sub>4</sub> Метан	16,04	-161,5	-82,3	4,640	0/25
R110	C <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub> Гексахлорэтан	236,7	185,6	431,3	3,937	н.д.
R111	C <sub>2</sub> FCl <sub>5</sub> Пентахлорфторэтан	220,3	101,0	137,0	н.д.	н.д.
R112	C <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> Тетрахлордифторэтан	203,8	92,8	н.д.	н.д.	н.д.
R113	CCl <sub>2</sub> FCClF <sub>2</sub> Трифтортрихлорэтан	187,4	47,6	214,1	3,392	1/6130
R114	CClF <sub>2</sub> CClF <sub>2</sub> Тетрафтордихлорэтан	170,9	3,5	145,7	3,257	1/10000
R115	CClF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> Пентафторхлорэтан	154,5	-39,1	79,9	3,120	0,44/7370
R116	CF <sub>3</sub> CF <sub>3</sub> Гексафторэтан	138,0	-78,2	19,9	3,042	0/12200
R120	C <sub>2</sub> HCl <sub>5</sub> Пентахлорэтан	202,3	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
R123	CHCl <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> Трифтордихлорэтан	152,93	+27,9	183,7	3,67	0,02/93
R124	CHClFCF <sub>3</sub> Тетрафторхлорэтан	136,48	-12,0	122,5	3,63	0,03/480
R124a	CHF <sub>2</sub> CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Тетрафторхлорэтан	-	-	-	-	-/-
R125	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> Пентафторэтан	120,02	-48,1	66,3	3,63	0/1000
E125	CHF <sub>2</sub> OCF <sub>2</sub> Пентафторэтан	136,02	-41,9	80,4	3,33	0/-
R134	CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> Тетрафторэтан	102,03	-23,0	118,7	4,62	0/1200
R134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub> Тетрафторэтан	102,03	-26,1	101,1	4,06	0/1300
E134	CHF <sub>2</sub> OCHF <sub>2</sub> -	118,03	+6,2	153,5	4,23	-/-
R140a	CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub> Трихлорэтан	-	-	-	-	-/-
R141b	CH <sub>3</sub> CCl <sub>2</sub> F Дихлорфторэтан	116,95	+32,2	204,4	4,25	0,1/630
R142b	CH <sub>3</sub> CClF <sub>2</sub> Дифторхлорэтан	100,50	-9,8	137,2	4,12	0,07/2000
R143a	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub> Трифторэтан	84,04	-47,2	73,6	3,83	0/4400
E143a	CH <sub>3</sub> OCF <sub>3</sub> -	100,04	-24,1	104,9	3,59	0/450
R150a	CH <sub>3</sub> CHCl <sub>2</sub> Дихлорэтан	-	-	-	-	-/-
R152a	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> Дифторэтан	66,05	-11,2	113,3	4,52	0/140
R160	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Cl Хлорэтан	64,51	12,4	186,6	5,24	-/-
R161	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> F Фторэтан	48,06	-37,1	102,2	4,70	0/-
R170	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> Этан	30,07	-88,8	32,2	4,89	0/3
E170	CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub> -	46,07	-24,8	128,8	5,32	0/-
R218	CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> Октафторпропан	188,02	-36,7	71,9	2,68	0/34000
R227ca	CHF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> Гектафторпропан	170,03	-17,0	106,3	2,87	0/-
R227ea	CF <sub>3</sub> CHFCF <sub>3</sub> Гектафторпропан	170,03	-18,3	103,5	2,95	0/3300
E227ca2	CHF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> OCF <sub>3</sub> -	186,03	-3,2	114,6	2,29	0/-
R236ca	CHF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> Гексафторпропан	152,04	5,1	155,2	3,41	0/-
R236cb	CH <sub>2</sub> FCF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> Гексафторпропан	152,04	-1,4	130,2	3,15	0/-
R236ea	CHF <sub>2</sub> CHFCF <sub>3</sub> Гексафторпропан	152,04	6,6	141,2	3,53	0/-

10<sup>5</sup> Па и температуре 177°C, и в смеси с воздухом при объёмной доле 60%. При низких температурах для возникновения горючести требуются высокие давления. Поэтому R404a также не следует смешивать с воздухом или пользоваться и допускать присутствия высоких концентраций воздуха с давлением выше атмосферного или при высоких температурах.

**Хладагент R409A.** Представляет собой смесь на основе ГХФУ: R22, R124 и R142. Массовые доли компонентов составляют 60; 25 и 15%, соответственно. Температура кипения при атмосферных условиях -34°C. Потенциал разрушения озона ODP = 0,05. Хладагент негорюч и неядовит, совместим с минеральными, а также с алкилбензолными маслами. Предназначен для ретрофита холодильных систем мобильного торгового транспортного оборудования, бытовых холодильников, промышленных холодильных установок с поршневыми и винтовыми компрессорами.

**Хладагент C10M1.** Хладагент C10M1 (ТУ 2412-003-32837395-98), разработанный компанией «Астор» и производимый под зарегистрированной маркой «Астрон 12», — это трёхкомпонентная смесь на основе гидрохлорфторуглеродов R22/R21/R142b, имеющих ограниченный срок применения. Предназначена смесь C10M1 для ретрофита холодильных систем, работающих на R12.

Выпускают смеси двух марок (А и Б), различающихся массовыми долями компонентов: в смеси C10M1 марки А — R22, R21 и R142b массовые доли компонентов 65; 5 и 30%, соответственно; в смеси C10M1 марки Б — 65; 15 и 20%.

Состав смеси подобран таким образом, чтобы эксплуатационные характеристики оборудования с этими хладагентами минимально отличались от показателей, достигаемых при работе с заменяемым хладагентом R12.

Хладагенты C10M1 нетоксичны, негорючи и по основным физико-химическим, термодинамическим и эксплуатационным свойствам сходны с хладагентом R12. В качестве заменителя R12 эти хладагенты, например, прошли трёхлетние испытания в отечественном торговом холодильном оборудовании, в том числе в бытовых холодильниках производства заводов «Атлант», «ЗИЛ» и др.:

□ C10M1 марки А — в рефрижераторах (пятивагонные рефрижераторные секции ЦБ-5 производства завода «Дессау» и РС-4, выпускаемые на БМЗ) и кондиционерах железнодорожного транспорта



(установки типа МАБ-II);

□ С10M1 марки Б — в торговом холодильном оборудовании (холодильные агрегаты ВСП400, ВС500, ВС3800, ФАК-1,65МЗ, ФАК-1,5МЗ, АК-4,5 и др.) и в бытовых холодильниках (ЗИЛ-64, ЗИЛ-227, МХМ 152, КИД 270/280 и др.).

Преимущества хладагента С10M1 («Астрон 12») по отношению к зарубежным аналогам следующие:

□ относительная дешевизна — хладагент состоит из компонентов, выпускаемых российскими заводами, а его производство также было организовано в РФ;

□ транспортировать хладагент можно в контейнерах и баллонах, предназначенных для перевозки R12;

□ перевод холодильного оборудования с R12 на смеси С10M1 осуществляют исключительно путём замены самого хладагента без какой-либо модернизации холодильного оборудования, без внесения изменений в конструкцию холодильной машины и без замены компрессорного масла (в холодильном оборудовании, работающем на R12, используют минеральное масло ХФ12-16);

□ переход на хладагент С10M1 не предусматривает дополнительной подготовки холодильной системы к работе, переобучения персонала, применения специального оборудования или инструмента для сервисного обслуживания холодильной техники, то есть, согласно международной классификации, технология перехода на этот хладагент классифицируется как drop in (простая замена).

Технология перевода действующей холодильной техники с хладагента R12 на смеси С10M1 отработана и оптимизирована в процессе опытной эксплуатации соответствующего оборудования. Обязательное условие применения смесей — заправка оборудования хладагентом в жидкой фазе. В случае утечки до 30–35% хладагента С10M1 из системы в процессе эксплуатации проводят дозаправку смесью того же состава.

**Хладагент R142b.** При нормальной температуре и давлении HCFC-142b — бесцветный газ. Температура кипения при нормальном давлении –9,8°С. Характеризуется невысокими давлениями при высоких температурах конденсации. Используется в кондиционерах и тепловых насосах.

**Смесь R22/R142b.** Хладагент — негорючая зеотропная смесь, компоненты которой имеют ограниченный Монреальским протоколом срок применения. Результаты испытаний бытовых холодильников,

:: Основные характеристики некоторых хладагентов

табл. 1 (продолжение)

№	Формула, название или состав	М, г/моль	t <sub>ср</sub> , °С	t <sub>кр</sub> , °С	P <sub>кр</sub> , МПа	ODP/GWP	
<b>R236fa</b>	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	Гексафторпропан	152,04	-1,1	130,7	3,18	0/8000
<b>R245ca</b>	CH <sub>2</sub> FCF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>	Пентафторпропан	134,05	25,5	178,5	3,86	0/610
<b>R245cb</b>	CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	Пентафторпропан	134,05	-18,3	108,5	3,26	0/-
<b>R245fa</b>	CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	Пентафторпропан	134,05	15,3	157,6	3,64	0/-
<b>E245cb2</b>	CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> OCF <sub>3</sub>	—	150,05	28,9	172,1		-/-
<b>R254cb</b>	CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>	1,1,2,2-Тетрафторпропан	116,1	-0,8	146,2	3,75	0/-
<b>RC270</b>	H <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	Циклопропан	42,08	-33,5	125,5	5,58	-/-
<b>R290</b>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	Пропан	44,10	-42,8	96,8	4,25	0/3
<b>RC318</b>	CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub>	Оксафторциклобутан	200,04	-7,0	115,4	2,78	0/9100
<b>R400</b>	R12/114 (60/40 % или 50/50 %)		136,94	-22,9	133,0	—	0,83/8720
<b>R401a</b>	R22/152a/124 (53/13/34 %)		94,44	-33,1	108,0	4,60	0,04/1120
<b>R401b</b>	R22/152a/124 (61/11/28 %)		92,84	-34,7	106,4	4,68	0,04/1230
<b>R401c</b>	R22/152a/124 (33/15/52 %)		101,03	-28,4	112,7	4,37	0,03/870
<b>R402a</b>	R125/290/22 (60/2/38 %)		101,55	-49,2	75,5	4,13	0,02/2380
<b>R402b</b>	R125/290/22 (38/2/60 %)		94,71	-47,4	82,6	4,45	0,03/2080
<b>R403a</b>	R290/22/218 (5/75/20 %)		91,99	-50,0	93,3	5,08	0,04/4700
<b>R403b</b>	R290/22/218 (5/56/39 %)		103,26	-49,5	90,0	5,09	0,03/8400
<b>R404a</b>	R125/143a (44/52/4 %)		97,60	-46,5	72,1	3,73	0/3850
<b>R405a</b>	R22/152a/142b/C318 (45/7/5,5/42,5 %)		111,91	-27,3	106,1	4,26	0,03/3300
<b>R406a</b>	R22/600a/142b (55/4/41 %)		89,86	-32,4	114,5	4,58	0,05/1700
<b>R407a</b>	R32/125/134a (20/40/40 %)		90,11	-45,5	82,8	4,54	0/1620
<b>R407b</b>	R32/125/134a (10/70/20 %)		102,94	-47,3	75,8	4,16	0/2300
<b>R407c</b>	R32/125/134a (23/25/52 %)		86,20	-43,6	87,3	4,82	0/1370
<b>R408a</b>	R125/134a/22 (7/46/47 %)		97,02	-43,5	83,5	4,34	0,02/3060
<b>R409a</b>	R22/124/142b (60/25/15 %)		97,43	-34,2	107,0	4,50	0,05/1530
<b>R409b</b>	R22/124/142b (65/25/10 %)		96,67	-36,6	116,0	4,70	0,05/1510
<b>R410a</b>	R22/125 (50/50 %)		72,59	-51,4	84,9	4,95	0/1370
<b>R410b</b>	R32/125 (45/55 %)		75,57	-51,3	84,1	4,78	0/1490
<b>R411a</b>	R270/22/152a (1,5/87,5/11,0 %)		82,37	-38,6	98,6	4,88	0,04/1440
<b>R411b</b>	R1270/22/152a (3/94/3 %)		83,07	-41,6	96,5	4,92	0,05/1540
<b>R412a</b>	R22/218/142b (70/5/25 %)		92,70	-38,5	104,8	—	0,05/1300
<b>R407d</b>	R32/125/134a (15/15/70 %)		90,96	-39,5	102,4	—	0/1800
<b>R500</b>	R12/152a (73,8/26,2 %)		99,30	-33,5	105,5	4,42	0,55/5210
<b>R501</b>	R22/12 (75,0/25,0 %)		93,10	-41,4	103,8	—	0,21/2890
<b>R502</b>	R22/115 (48,8/51,2 %)		111,63	-45,4	82,2	4,08	0,18/4510
<b>R503</b>	R23/13 (40,1/59,9 %)		87,25	-88,7	19,5	4,36	0,5/11900
<b>R504</b>	R32/115 (48,2/51,8 %)		79,25	-57,2	66,4	4,76	0,13/2900
<b>R505</b>	R12/31 (78,0/22,0 %)		103,48	-30,0	117,8	4,73	-/-
<b>R506</b>	R31/114 (55,1/44,9 %)		93,69	-12,3	142,2	5,16	-/-
<b>R507a</b>	R125/143a (50/50 %)		98,86	-46,7	70,9	3,79	0/3900
<b>R508a</b>	R23/116 (39/61 %)		100,10	-85,7	23,1	4,06	0/12300
<b>R508b</b>	R23/116 (46/54 %)		95,39	-86,9	13,7	3,94	0/12200
<b>R509a</b>	R22/218 (44/56 %)		123,96	-47,1	86,9	—	0,03/13600
<b>R600</b>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	n-бутан	58,12	-0,5	152,0	3,80	0/-
<b>R600a</b>	CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	Изобутан	58,12	-11,8	135,0	3,65	0/-
<b>R601</b>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	n-пентан	72,15	36,2	196,4	3,36	0/-
<b>R601a</b>	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	Изопентан	72,15	27,8	187,4	3,37	0/-
<b>R601b</b>	C(CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>	Изопентан	72,15	9,5	160,6	3,20	0/-
<b>R610</b>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	Диэтиловый эфир	74,12	34,6	214,0	6,00	0/-
<b>R611</b>	HCOOCH <sub>3</sub>	Метилформиат	60,05	31,8	214,0	5,99	0/-
<b>R630</b>	CH <sub>3</sub> (NH <sub>2</sub> )	Метиламин	31,06	-6,7	456,9	7,46	0/-
<b>R631</b>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> (NH <sub>2</sub> )	Этиламин	45,10	16,6	183,0	5,62	0/-

•• Основные характеристики некоторых хладагентов

табл. 1 (окончание)

Номер	Формула, название или состав	M, г/моль	t <sub>s</sub> , °C	t <sub>к</sub> , °C	P <sub>к</sub> , МПа	ODP	GWP
R702	H <sub>2</sub> Водород	–	–	–	–	–	–
R704	He Гелий	–	–	–	–	–	–
R717	NH <sub>3</sub> Аммиак	17,03	–33,3	133,0	11,42	0	< 1
R718	H <sub>2</sub> O Вода	18,02	100,0	374,2	22,10	0	< 1
R720	Ne Неон	–	–	–	–	–	–
R728	N <sub>2</sub> Азот	–	–	–	–	–	–
R729	– Воздух	–	–	–	–	–	–
R732	O <sub>2</sub> Кислород	–	–	–	–	–	–
R740	Ar Аргон	–	–	–	–	–	–
R744	CO <sub>2</sub> Диоксид углерода	44,01	–78,4	31,1	7,38	0	1
R744a	N <sub>2</sub> O Закись азота	44,00	–88,3	–	–	–	–
R746	SF <sub>6</sub> Шестифтористая сера	146,05	–63,8	45,6	3,76	0	24900
R764	SO <sub>2</sub> Сернистый ангидрид	64,07	–10,0	157,5	7,88	0	–
R1112a	CCl <sub>2</sub> =CF <sub>2</sub> Дифтордихлорэтилен	133,00	19,4	–	–	–	–
R1113	CClF=CF <sub>2</sub> Трифторхлорэтилен	116,50	–26,8	–	–	–	–
R1114	CF <sub>2</sub> =CF <sub>2</sub> Тетрафторэтилен	100,00	–76,1	–	–	–	–
R1120	CHCl=CCl <sub>2</sub> Трихлорэтилен	131,40	86,1	–	–	–	–
R1130	CHCl=CHCl Дихлорэтилен	96,94	47,8	243,3	5,48	–	–
R1132a	CH <sub>2</sub> =CF <sub>2</sub> Фтористый винилидин	64,00	–83,9	–	–	–	–
R1140	CH <sub>2</sub> =CHCl Хлористый винил	62,50	–13,9	–	–	–	–
R1141	CH <sub>2</sub> =CHF Фтористый винил	46,00	–72,2	–	–	–	–
R1150	CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub> Этилен	28,05	–103,7	9,3	5,11	0	–
R1270	(CH <sub>3</sub> )CH=CH <sub>2</sub> Пропилен	42,09	–47,7	92,4	4,62	0	–

заправленных смесью R22 и R142b (с массовыми долями 0,6 и 0,4, соответственно), показали, что энергопотребление осталось практически на том же уровне, что и при использовании R12. Применение этой смеси целесообразно при ретрофите действующего холодильного оборудования, при этом не требуется замены масел, фильтров-осушителей, а также внесения изменений в конструкцию холодильного агрегата. Смесью R22 и R142b может служить переходным хладагентом не только в бытовой технике, но и в другом холодильном оборудовании.

**Хладагент R408a.** Разработан концерном Elf Atochem в качестве альтернативы R502 при ретрофите в действующих холодильных системах. Близкоазеотропная смесь, состоит из компонентов R22, R143a и R125. Состав по массе: 44; 4 и 52 %, соответственно. Предназначен для применения в мобильных транспортных холодильных системах, а также в промышленных холодильных установках с поршневыми и винтовыми компрессорами. У R408a и R502 при одной и той же температуре давления близки, температура конденсации выше на 10 К. Холодопроизводительность цикла примерно на 1–10 % выше, чем при работе на R502.

Плотность жидкости R408a ниже, чем у хладагента R502, следовательно, ниже

требуемая масса заправки, и имеющиеся в установке ресиверы, трубопроводы и насосы, предназначенные для R502, можно использовать для R408a. Уменьшение массы заправки важно учитывать в малых установках, чтобы не допустить перезаправки во избежание превышения давления и потребляемой мощности.

R408a более гигроскопичен, чем R502, что связано с необходимостью тщательного соблюдения правил перекачки этого хладагента, заправки систем и т.п. Теплоёмкость жидкости при постоянном давлении больше у R408a, что приводит к значительным потерям при дросселировании. Этого можно избежать, увеличив переохлаждение жидкости в конденсаторе. Теплопроводность насыщенной жидкости также больше у R408a. Это повышает эффективность теплообмена, а, следовательно, улучшает термодинамические характеристики установки, что и подтвердили испытания.

Потребляемая мощность при отрицательных температурах ниже на 7 %, что важно при ретрофите, так как уменьшает опасность замыкания или сгорания электродвигателя. Поэтому для применения R408a даже в малых герметичных компрессорах нет ограничений.

Из-за высокой полярности молекул одного из компонентов (R143a) хладагент R408a взаимно растворим и с алкилбен-

зольными, и с минеральными маслами. В компактных холодильных системах при стандартных условиях этого достаточно, чтобы обеспечить возврат масла в компрессор. R408a можно использовать также в сочетании с полиэфирными маслами. По отношению к уплотнительным материалам R408a менее агрессивен, чем R502. В качестве фильтров-осушителей используют молекулярные сита, применяемые для R502 и R22.

**Альтернативные многокомпонентные хладагенты на основе углеводородов**

**Хладагент C1.** В результате комплексных исследований в НИИ тепловых процессов имени В.М. Келдыша разработан ряд многокомпонентных озонобезопасных хладагентов взамен R134a в качестве альтернативы R12. Наиболее перспективный из них хладагент C1 (азеотропная смесь R152/R600a), представляющий собой смесь углеводородов и фторуглеродов. Результаты исследований свидетельствуют о высоких теплофизических и эксплуатационных свойствах хладагентов и низком энергопотреблении холодильников, где используют эти хладагенты.

Эксперименты показали, что характеристики компрессоров ХКВ-6 и V1040G, заправленных смесью C1, в диапазоне температур кипения, характерных для бытовых холодильников и морозильников, соответствуют аналогичным для R12 и R134a. Исследования, проведённые в российском НИИ тепловых процессов имени В.М. Келдыша, позволили сделать следующие выводы: бытовые холодильники, заправленные хладагентом C1, работают устойчиво, их энергетические характеристики даже несколько их превосходят таковые для R12; совместимость C1 с минеральным маслом ХФ12-16 и конструкционными материалами максимально упрощает процесс перехода с R12 на многокомпонентные хладагенты; компоненты, входящие в C1, нетоксичны, их GWP низок, они освоены промышленностью развитых стран; хладагент C1 горюч, но необходимая доза для заправки бытовых холодильников и морозильников столь мала (28–56 г), что даже при полной утечке C1 из агрегата (например, в кухне 20 м<sup>3</sup>) будет ниже порога горючести в десятки раз.

**Смесь пропан-бутан.** По результатам исследований предлагается также использовать в бытовых холодильниках в качестве хладагента смесь пропан-бутан, при этом изменений в конструкцию бытового холодильника не вносят, а в качестве масла используют обычные минеральные



масла, работающие с R12. По энергетическим характеристикам теоретического холодильного цикла смесь пропан-бутан при аналогичных условиях уступает R12. Смесь пропан-бутана зеотропная.

Как было сказано ранее, такие смеси кипят при переменных температурах, но при постоянном давлении, то есть это свойство может быть реализовано в холодильниках с двумя испарителями, когда кипение зеотропной смеси начинается в низкотемпературном отделении, а выкипание происходит в испарителе холодильной камеры при более высоких температурах. Предлагаемая смесь пропан-изобутан (43% R600a) горюча, но масса хладагента, находящегося в бытовом холодильнике, мала (20–40 г). Этой смесью заправляли бытовые холодильники в Германии, широко внедрена она в Китае и Индии. Вместе с тем американское агентство по охране окружающей среды (EPA) ввело правило, запрещающее использование смеси пропан-изобутан (HC-12a) в качестве альтернативы R12.

**Хладагент CM1.** Этот хладагент разработан в МЭИ (состав R134a, R218 и R600), представляет собой зеотропную, пожаро- и взрывобезопасную смесь, по термодинамическим характеристикам близкую к R12 и растворимую в минеральных маслах. Не требуется изменения конструкций холодильных машин, применения новых смазочных масел и переоснащения производства.

Хладагент CM1 предлагается также использовать в торговом и промышленном холодильном оборудовании, выпускаемом в настоящее время для работы на R12, а также для ретрофита части действующего парка холодильных машин.

Примерная потребность хладагента CM1 (в новом производстве и при ретрофите) в 2000-х годах: в бытовой холодильной технике — 900 тонн; в торговых холодильных машинах с воздушным охлаждением конденсаторов — 600 тонн; в промышленных холодильных машинах с воздушным охлаждением конденсатора — 500 тонн.

Вместе с тем, при имеющейся сырьевой базе промышленное производство хладагента CM1 пока не организовано.

### **Альтернативные однокомпонентные хладагенты**

**Хладагент R717.** Химическая формула  $\text{NH}_3$  (аммиак). Относится к группе ГФУ (HFC). Из «натуральных» хладагентов R717 стоит на одном из первых мест в качестве альтернативы R22 и R502. Производство аммиака в мире достигает



120 млн тонн, причём лишь малая часть его (до 5%) используется в холодильной технике. Аммиак не разрушает озоновый слой ( $\text{ODP} = 0$ ) и не вносит прямого вклада в увеличение парникового эффекта ( $\text{GWP} = 0$ ).

Это газ с резким удушливым запахом, вредный для организма человека. Предельно допустимая концентрация в воздухе  $0,02 \text{ мг/дм}^3$ , что соответствует объёмной доле его  $0,0028\%$ . В соединении с воздухом при объёмной доле 16–26,8% и наличии открытого пламени аммиак взрывоопасен.

**По термодинамическим свойствам аммиак — один из лучших хладагентов, по объёмной холодопроизводительности он значительно превышает R12, R11, R22 и R502, а также имеет более высокий коэффициент теплоотдачи**

Пары аммиака легче воздуха, он хорошо растворяется в воде (один объём воды может растворить 700 объёмов аммиака, что исключает замерзание влаги в системе). Минеральные масла аммиак почти не растворяет. На чёрные металлы, алюминий и фосфористую бронзу не действует, однако в присутствии влаги разрушает цветные металлы (цинк, медь и её сплавы). Массовая доля влаги в аммиаке не должна превышать  $0,2\%$ .

По термодинамическим свойствам аммиак — один из лучших хладагентов, по объёмной холодопроизводительности он значительно превышает R12, R11, R22 и R502, имеет более высокий коэффици-

ент теплоотдачи, что позволяет применять в теплообменных аппаратах трубы меньшего диаметра. Из-за резкого запаха аммиака появление течи в холодильной системе легко обнаруживается обслуживающим персоналом. Именно по этим причинам R717 нашёл широкое применение в крупных холодильных установках. Хладагент R717 имеет низкую стоимость.

Один из недостатков аммиака — более высокое значение показателя адiabаты (1,31) по сравнению с R22 (1,18) и R12 (1,14), что приводит к значительному увеличению температуры нагнетания. В связи с этим предъявляются жёсткие требования к термической стабильности холодильных масел, используемых в сочетании с аммиаком в течение длительного времени при эксплуатации установки. Конденсатор должен иметь развитую поверхность теплообмена, в результате чего возрастает его металлоёмкость.

Аммиак имеет чрезвычайно высокое значение теплоты парообразования, вследствие чего сравнительно мал массовый расход циркулирующего хладагента (13–15% по сравнению с R22). Это благоприятное качество для крупных холодильных установок, но затрудняет регулировку подачи аммиака в испаритель при малых мощностях.

Дополнительные сложности при создании холодильного оборудования вызывается высокая активность аммиака по отношению к меди и медным сплавам, поэтому трубопроводы, теплообменники и арматуру выполняют из стали. Из-за высокой токсичности и горючести аммиака сварные соединения тщательно контролируют. Вследствие высокой электропроводности R717 затруднено создание полугерметичных и герметичных

компрессоров. Вместе с тем для промышленных холодильных установок мощностью более 20 кВт аммиак — лучшая альтернатива. На аммиаке работают многие тепловые насосы. Ожидается применение аммиака в малых холодильных машинах для коммерческих установок.

Используемые в настоящее время масла не растворяются в аммиаке, поэтому в схему холодильной машины приходится включать маслоотделители, что увеличивает её стоимость. В последние годы ведутся интенсивные исследования по разработке растворимого в аммиаке масла и созданию холодильного оборудования с «сухим» испарителем. Растворимость масла в аммиаке исключает образование плёнки масла на теплообменных поверхностях, что повышает коэффициент теплоотдачи с 2700 до 9100 Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Достигнутый в последние годы прогресс в разработке растворимых в аммиаке R717 холодильных масел может кардинально изменить тенденции в развитии холодильного машиностроения.

**Хладагент R744.** Его химическая формула — CO<sub>2</sub> (диоксид углерода). Относится к группе ГФУ (HFC). Дешёвое нетоксичное негорючее и экологически чистое (ODP = 0, GWP = 1) вещество. Стоимость R744 в 100–120 раз ниже, чем R134a.

Диоксид углерода имеет низкую критическую температуру (31 °С), сравнительно высокую температуру тройной точки (–56 °С), большие давления в тройной точке (более 0,5 МПа) и критическое (7,39 МПа). Может служить альтернативным хладагентом. Содержится в атмосфере и биосфере Земли, имеет следующие преимущества: низкая цена, простое обслуживание, совместимость с минераль-

**Сегодня изобутан снова напминает о себе как популярный холодильный агент. Этот хладдон связан с Киотским протоколом по глобальному потеплению, призывающим отказаться от производства химических хладагентов. В этом отношении изобутан (R600) имеет большую перспективу**

ными маслами, электроизоляционными и конструкционными материалами. Вместе с тем, при использовании диоксида углерода требуется водяное охлаждение конденсатора холодильной машины, увеличивается металлоёмкость холодильной установки (по сравнению с металлоёмкостью установок, работающих на галоидопроизводных хладагентах). Высокое критическое давление CO<sub>2</sub> имеет и положительный аспект, связанный с низкой степенью сжатия, вследствие чего эффективность компрессора становится значительной. Возможны перспективы применения диоксида углерода в низкотемпературных двухкаскадных установках и системах кондиционирования воздуха автомобилей и поездов. Его предлагают использовать также в бытовых холодильниках и тепловых насосах.

**Хладагент R728.** Химическая формула N<sub>2</sub>. Относится к группе ГФУ (HFC). Жидкий азот применяют в качестве криогенного охлаждающего средства в некоторых странах (Англия, США и др.). При атмосферном давлении температура кипения азота составляет –196 °С. Нетоксичный и экологически чистый (ODP = 0, GWP = 0) хладагент. Криогенный метод

охлаждения жидким азотом предусматривает одноразовое его использование. Этот метод реализуется в безмашинной проточной системе, в которой рабочее вещество не совершает замкнутого кругового процесса. В связи с открытием в России значительных запасов (340 млрд м<sup>3</sup>) подземных газов с высоким содержанием азота себестоимость природного азота становится на порядок ниже, чем азота, полученного методом сжижения и разделения воздуха, что позволит применять в промышленных масштабах безмашинный способ охлаждения в аппаратах для быстрого замораживания пищевых продуктов. Для повышения степени использования низкотемпературного потенциала газообразного азота специалистами МГУПБ предложена система мобильного хладоснабжения.

**Хладагент R290.** Химическая формула C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> (пропан). Относится к группе ГФУ (HFC). Потенциал разрушения озона ODP = 0, потенциал глобального потепления GWP = 3. Характеризуется низкой стоимостью и нетоксичен. При использовании данного хладагента не возникает проблем с выбором конструктивных материалов деталей компрессора, конденсатора и испарителя. Пропан хорошо растворяется в минеральных маслах. Температура кипения при атмосферном давлении –42,1 °С. Преимуществом пропана является также низкая температура на выходе из компрессора. Однако пропан как хладагент имеет два принципиальных недостатка. Во-первых, он пожароопасен, во-вторых, размеры компрессора должны быть больше, чем при использовании в холодильной машине R22 заданной холодопроизводительности.

В промышленных холодильных установках пропан используют уже в течение многих лет. В последние годы все чаще предлагается применять пропан в холодильных транспортных установках.

В Германии в 1994 году было произведено более 1000 бытовых холодильников на пропане, изобутане или их смесях. Подобные холодильники изготавливают в Китае, Бразилии, Аргентине, Индии, Турции и Чили. По оценкам создателей этой техники, холодильный коэффициент при использовании углеводородов практически такой же (±1%), как при работе на R12. Требуется только небольшие изменения в конструкции компрессора. Применяются те же минеральные масла, та же электроизоляция, те же уплотняющие материалы, трубы того же диаметра, практически не изменяется процедура сервисного обслуживания. Температу-





ра нагнетания становится ниже, чем при работе на R22 или R502. Пропан можно сразу заправить в систему, где до этого был озоноразрушающий хладагент. Как показали исследования, в этом случае теряется до 10% холодопроизводительности, если в системе ранее был R22, и 15%, если R502. Ряд специалистов считают, что и этого снижения можно было бы избежать, добавив к пропану полипропилен.

В США запрещено использовать углеводороды в бытовых холодильниках. Агентство США по охране окружающей среды прогнозирует в случае их применения до 30 тыс. пожаров в год. В Новой Зеландии, например, углеводороды разрешено использовать в торговом холодильном оборудовании.

При размещении торгового холодильного оборудования, работающего на пропане, в общедоступных помещениях необходимо соблюдать правила безопасности. В случае превышения указанных норм заправки (более 2,5 кг R290) холодильное оборудование следует устанавливать в отдельном, специально оборудованном помещении, что увеличивает капитальные затраты. Пропан применяют и в тепловых насосах. В системе теплового насоса масса пропана чуть больше 1 кг, оборудование находится в отдельном здании. По мнению специалистов, контроль за пожароопасностью возможен.

**Хладагент R600a.** Химическая формула  $C_4H_{10}$  (изобутан). По сравнению с хладагентами R12 и R134a изобутан имеет значительные экологические преимущества. Этот природный газ не разрушает озоновый слой ( $ODP = 0$ ) и не способствует появлению парникового эффекта ( $GWP = 0,001$ ). Масса хладагента, циркулирующего в холодильном агрегате при использовании изобутана, значительно сокращается (примерно на 30%). Удельная масса изобутана в два раза больше воздушной — газообразный R600a стелется по земле. Изобутан хорошо растворяется в минеральном масле, имеет более высокий, чем R12, холодильный коэффициент, что уменьшает энергопотребление. Изобутан горюч [хладагент 3-го класса (It/DIN 8975)], легко воспламеняется и взрывоопасен, но только при соединении с воздухом при объемной доле хладагента 1,3–8,5%. Нижняя граница взрывоопасности (1,3%) соответствует 31 г R600a на 1 м<sup>3</sup> воздуха, верхняя граница (8,5%) — 205 г R600a на 1 м<sup>3</sup> воздуха. Температура возгорания равна 460 °С.

В настоящее время итальянские и немецкие фирмы применяют R600a в бытовой холодильной технике. Холодильные



агрегаты с R600a характеризуются меньшим уровнем шума из-за низкого давления в рабочем контуре хладагента.

Использование изобутана в существующем холодильном оборудовании связано с необходимостью замены компрессоров на компрессоры большей производительности, так как по удельной объемной холодопроизводительности R600a значительно проигрывает хладагенту R12 (практически в два раза).

Долгое время в R600 или изобутане не было особой необходимости, и его производили в крайне ограниченных количествах. Сегодня это вещество снова напоминает о себе как популярный холодильный агент. Этот хладон связан больше не с Монреальским, а с Киотским протоколом по глобальному потеплению, призы-

**Пропан применяют и в тепловых насосах. В системе теплового насоса масса пропана чуть больше 1 кг, оборудование находится в отдельном здании. По мнению специалистов, контроль за пожароопасностью возможен**

вающим отказаться от производства химических хладагентов. В этом отношении R600 имеет большую перспективу. Практически любые нефтеперерабатывающие заводы могут приступить к выпуску изобутана в необходимых количествах. Основной его недостаток — взрывоопасность, что накладывает ограничение на его использование в пределах допустимых норм концентрации. Большинство бытового и торгового холодильного оборудования содержит допустимую кон-

центрацию R600. Кроме того, распространению изобутана будут способствовать принятые в июле 2002 года новые нормативные документы, регламентирующие применение этого вещества.

**Хладагент R23.** «Хладон-23» — негорючий газ, химическая формула  $CHF_3$  (трифторметан). По сравнению с хладагентом R13 имеет значительные экологические преимущества. Потенциал разрушения озона  $ODP = 0$ , потенциал глобального потепления  $GWP = 12100$ . При соприкосновении с пламенем разлагается с образованием высокотоксичных продуктов. Хладагент высокого давления для получения температуры от  $-100^\circ C$ . Температура кипения при атмосферном давлении  $-82,2^\circ C$ , критическая температура  $25,85^\circ C$ , критическое давление 4,82 МПа.

**Хладагент R125.** Имеет химическую формулу  $CHF_2CF_3$  (пентафторэтан). Относится к группе ГФУ (HFC), не содержит хлора. Потенциал разрушения озона  $ODP = 0$ , потенциал глобального потепления  $GWP = 860$ . Температура кипения при атмосферном давлении  $-48,1^\circ C$ . Хладагент рекомендуется применять в чистом виде либо в качестве компонента альтернативных смесей для замены R22, R502 и R12. Хладагент R125 непожароопасен. По энергетическим характеристикам и коэффициенту теплоотдачи он проигрывает хладагентам R22 и R502. По сравнению с R502 имеет более крутую кривую, характеризующую зависимость давления насыщенных паров от температуры, низкую критическую температуру и небольшую удельную теплоту парообразования, что приводит к необходимости повышения степени сжатия.



В связи с этим возможности применения R125 в холодильном оборудовании, использующем конденсаторы с воздушным охлаждением, весьма ограничены.

Вместе с тем R125 имеет более низкую (по сравнению с R22 и R502) температуру нагнетания и высокий массовый расход при низких давлениях всасывания. Поршневые холодильные компрессоры, работающие на R125, характеризуются оптимальным наполнением цилиндра, а следовательно, имеют большой коэффициент подачи.

**Хладагент R134a.** Химическая формула  $\text{CF}_3\text{CFH}_2$  (тетрафторэтан). Молекула R134a имеет меньшие размеры, чем молекула R12, что делает более значительной опасность утечек. Относится к группе ГФУ (HFC). Потенциал разрушения озона ODP = 0, потенциал глобального потепления GWP = 1300.

Хладагент R134a нетоксичен и не воспламеняется во всём диапазоне температур эксплуатации. Однако при попадании воздуха в систему и сжатии могут образовываться горючие смеси. Не следует смешивать R134a с R12, так как образуется азеотропная смесь высокого давления с массовыми долями компонентов 50 и 50%. Давление насыщенного пара этого хладагента несколько выше, чем у R12 (1,16 и 1,08 МПа при 45°C, соответственно). Пар R134a разлагается под влиянием пламени с образованием отравляющих и раздражающих соединений, таких как фторводород. По классификации ASHRAE этот продукт относится к классу A1. В среднетемпературном оборудовании (температура кипения -7°C и выше) R134a имеет эксплуатационные характеристики, близкие к R12.

Для R134a характерны небольшая температура нагнетания (она в среднем на

8–10°C ниже, чем для R12) и невысокие значения давления насыщенных паров. В холодильных установках, работающих при температурах кипения ниже -15°C, энергетические показатели R134a хуже, чем у R12 (на 6% меньше удельная объёмная холодопроизводительность при -18°C). В таких установках целесообразно применять хладагенты с более низкой нормальной температурой кипения либо компрессор с увеличенным часовым объёмом, описываемым поршнями. В среднетемпературных холодильных установках и системах кондиционирования воздуха холодильный коэффициент R134a равен коэффициенту для R12 или выше его. В высокотемпературных холодильных установках удельная объёмная холодопроизводительность при работе на R134a также несколько выше (на 6% при  $t_0 = 10^\circ\text{C}$ ), чем у R12.

Из-за значительного потенциала глобального потепления GWP рекомендуется применять R134a в герметичных холодильных системах. Влияние R134a на парниковый эффект в 1300 раз сильнее, чем у  $\text{CO}_2$ . Так, выброс в атмосферу одной заправки R134a из бытового холодильника (около 140 г) соответствует выбросу 170 кг  $\text{CO}_2$ . В Европе в среднем 448 г  $\text{CO}_2$  образуется при производстве 1 кВт·ч энергии, то есть этот выброс соответствует производству 350 кВт·ч энергии.

Для работы с хладагентом R134a рекомендуются только полиэфирные холодильные масла, которые характеризуются повышенной гигроскопичностью.

R134a широко используют во всем мире в качестве основной замены R12 для холодильного оборудования, работающего в среднетемпературном диапазоне. Его применяют в автомобильных кондиционерах, бытовых холодильниках, торговом холодильном среднетемпературном оборудовании, промышленных установках, системах кондиционирования воздуха в зданиях и промышленных помещениях, а также на холодильном транспорте. Хладагент можно использовать и для ретрофита оборудования, работающего при более низких температурах. Однако в этом случае, если не заменить компрессор, то холодильная система будет иметь пониженную холодопроизводительность.

Хладагент R134a совместим с рядом уплотняющих материалов. Как показал анализ, проведённый концерном Du Pont, изменение массы и линейное набухание материалов, применяемых в отечественном холодильном оборудовании (например, таких как фенопластовые и по-





лиамидные колодки, текстолит, паронит и полиэтилентерефталатовые плёнки), при старении в смеси Suva R134a с полиэфирным маслом Castrol SW100 при температуре 100 °С в течение двух недель были незначительными.

Анализ зарубежных публикаций и результаты исследований отечественных специалистов свидетельствуют о том, что замена R12 на R134a, имеющий высокий потенциал глобального потепления GWP, в холодильных компрессорах сопряжена с решением ряда технических задач, основные из которых:

- улучшение объёмных и энергетических характеристик герметичных компрессоров;
- увеличение химической стойкости эмаль-проводов электродвигателя герметичного компрессора;
- повышение влагопоглощающей способности фильтров-осушителей из-за высокой гигроскопичности системы «R134a — синтетическое масло».

Всё это должно привести к значительному увеличению стоимости холодильного оборудования. Вместе с тем в водохладительных установках с винтовыми и центробежными компрессорами применение R134a имеет определённые перспективы.

**Хладагент R143a.** Химическая формула  $CF_3-CH_3$  (трифторэтан). Относится к группе ГФУ (HFC). R143a имеет потенциал разрушения озона  $ODP = 0$  и сравнительно высокий потенциал глобального потепления  $GWP = 1000$ , нетоксичен и пожароопасен, не взаимодействует с конструкционными и прокладочными материалами. Наличие трёх атомов водорода в молекуле R143a способствует хорошей растворимости в минеральных маслах. Температура нагнетания ниже, чем у R12, R22 и R502. Как показал эксергетический анализ, энергетическая эффективность двухступенчатого цикла с R143a близка к эффективности цикла с R502, ниже, чем у R22, и выше, чем у R125. Хладагент R143a входит в состав многокомпонентных альтернативных смесей, предлагаемых для замены R12, R22 и R502.

**Хладагент R32.** Химическая формула  $CF_2H_2$  (дифторметан). Относится к группе ГФУ (HFC). R32 имеет потенциал разрушения озона  $ODP = 0$  и низкий по сравнению с R125 и R143a потенциал парникового эффекта  $GWP = 220$ . Нетоксичен, пожароопасен. Имеет большую удельную теплоту парообразования (20,37 кДж/моль) при нормальной тем-



пературе кипения и крутую зависимость давления насыщенных паров от температуры, вследствие чего для R32 характерна высокая температура нагнетания, самая высокая из всех альтернативных хладагентов, за исключением аммиака. R32 растворим в полиэфирных маслах.

**Ситуация на рынке хладагентов такова, что выделить продукт, который бы отвечал всем предъявляемым требованиям, невозможно. Каждый из имеющихся хладагентов хоть в чём-то, но не дотягивает до «идеала». А ужесточение экологических требований может только усугубить ситуацию, выкинув с рынка зарекомендовавшие себя с хорошей стороны продукты и открыв дорогу малоизученным и опасным хладагентам**

Для R32 при использовании его в холодильных установках характерны высокие холодопроизводительность и энергетическая эффективность, но он несколько уступает R22 и R717. Высокая степень сжатия R32 вызывает необходимость в значительном изменении конструкции холодильной установки при ретрофите и, следовательно, приводит к увеличению её металлоёмкости и стоимости. Поэтому R32 рекомендуется использовать, в основном, в качестве компонента альтернативных рабочих смесей. Вследствие малых размеров молекулы R32 по сравнению с молекулами хладагентов этанового ряда возможна селективная утечка R32 через неплотности в холодильной си-

стеме, что может изменить состав многокомпонентной рабочей смеси.

Разговор о современных хладагентах был бы неполон без упоминания R510, разработанного российскими учёными из «Элегаз». Достоинство этого хладагента — в хорошей совместимости с R12, R22, R134a, безопасности, энергетической эффективности, низкой чувствительности к загрязнениям трубопроводов, наличию остаточной влаги и простоте обнаружения утечек. Минусом же является отсутствие промышленного производства в крупных объёмах, что определяет достаточно высокую цену R510 — около \$20 за 1 кг.

#### Туманные перспективы

Ситуация на рынке хладагентов такова, что выделить продукт, который бы отвечал всем предъявляемым требованиям, невозможно. Каждый из имеющихся хладагентов хоть в чём-то, но не дотягивает до «идеала». Ужесточение экологических требований, скреплённых международными договорами, может только усугубить ситуацию, выкинув с рынка зарекомендовавшие себя с хорошей стороны продукты и открыв дорогу малоизученным и опасным хладагентам. Последние же должны в любом случае попасть под более пристальное внимание надзорных органов. Возможно, от этого пострадают владельцы оборудования, заправленного многокомпонентными смесями, которые признают токсичными и опасными.

Нельзя исключать и появления новых, пока неизвестных холодильных агентов. Однако длительные затраты на их изучение и, тем более, внедрение в производство не позволят им заметно влиять на существующую «расстановку сил». ●



## Коэффициент замещения топлива в инсоляционных пассивных системах отопления

В данной статье приведены результаты расчётных исследований по определению удельной тепловой характеристики отопляемого помещения на коэффициент замещения топлива в инсоляционных пассивных системах отопления.

Под выражением коэффициента замещения топлива (или тепловой нагрузки на отопление) солнечных систем отопления понимается отношение количества полезной тепловой энергии  $Q_{\text{пол}}$ , расходуемой для отопления помещения, в котором реальная температура воздушной среды составляет  $t_{\text{в}}^{\text{ф}}$ , к количеству тепловой энергии  $Q_{\text{тп}}$ , требуемой для обеспечения комфортной (расчётной) температуры воздушной среды отопляемого помещения  $t_{\text{в}}^{\text{к}}$ , при равных значениях температуры окружающей среды  $t_0$  за определённый промежуток времени  $\Delta z$  (например, за сутки, месяц и отопительный сезон), то есть:

$$\varphi = \frac{\bar{Q}_{\text{пол}}^{\Delta z}}{\bar{Q}_{\text{тп}}^{\Delta z}}. \quad (1)$$

В строительной теплофизике и теплотехнике [1, 2] под выражением удельной тепловой характеристики отопляемого помещения по его укрупнённым теплотехническим показателям понимается отношение его суммарных тепловых потерь в окружающую среду  $Q_{\text{тп}}$ , отнесённых к разности комфортной температуры отопляемого помещения  $t_{\text{в}}^{\text{к}}$  и расчётной температуры наружного воздуха

на отопление  $t_0^{\text{р}}$ , к его объёму по внешнему размеру  $V_{\text{нар}}$ , то есть:

$$q = \frac{Q_{\text{тп}}}{V_{\text{нар}}(t_{\text{в}}^{\text{к}} - t_0^{\text{р}})}. \quad (2)$$

Значение  $Q_{\text{тп}}$  в (1) и (2), как правило, складывается от тепловых потерь рассматриваемого помещения через перекрытия пола ( $nl$ ), потолка ( $nt$ ), северную ( $cc$ ), восточную ( $vc$ ), западную ( $zc$ ), южную ( $yc$ ) стены, а также светопрозрачные ограждения ( $сно$ ) и дверь ( $дв$ ), то есть имеет место:

$$Q_{\text{тп}} = \sum (KF)_i (t_{\text{в}}^{\text{к}} - t_0^{\text{р}}). \quad (3)$$

**В строительной теплофизике и теплотехнике под выражением удельной тепловой характеристикой отопляемого помещения понимается отношение его суммарных тепловых потерь в окружающую среду, отнесённых к разности комфортной температуры отопляемого помещения и расчётной температуры наружного воздуха**



**Авторы:** Р.Р. АВЕЗОВ (1 и 2);  
Н.Р. АВЕЗОВА (1 и 2); М.А. КУРАЛОВ (1 и 2);  
Д.У. АБДУХАМИДОВ (2); 1 — Международный институт солнечной энергии, 2 — Физико-технический институт НПО «Физика-Солнце» АН РУз (Республика Узбекистан)





Подставляя значения  $Q_{\text{ТП}}$  из (3) в отношение (2), получим

$$q = \frac{\sum(KF)_i}{V_{\text{нар}}}, \text{ где} \quad (4)$$

$$\sum(KF)_i = (KF)_{\text{пл}} + (KF)_{\text{пт}} + (KF)_{\text{сс}} + (KF)_{\text{вс}} + (KF)_{\text{зс}} + (KF)_{\text{юс}}^{\text{спо}} + (KF)_{\text{юс}}^{\text{гл}} + (KF)_{\text{дв}}, \quad (5)$$

в котором  $(KF)_{\text{пл}}$ ,  $(KF)_{\text{пт}}$ ,  $(KF)_{\text{сс}}$ ,  $(KF)_{\text{вс}}$ ,  $(KF)_{\text{зс}}$ ,  $(KF)_{\text{юс}}^{\text{спо}}$ ,  $(KF)_{\text{юс}}^{\text{гл}}$  и  $(KF)_{\text{дв}}$  — соответственно, коэффициенты тепловых потерь отапливаемого помещения через перекрытия пола, потолка, северную, южную, восточную, западную стены, а также глухой (гл) и светопрозрачной (сно) части южной стены, а также входную дверь;  $F_{\text{пл}}$ ,  $F_{\text{пт}}$ ,  $F_{\text{сс}}$ ,  $F_{\text{вс}}$ ,  $F_{\text{зс}}$ ,  $F_{\text{юс}}^{\text{спо}}$ ,  $F_{\text{юс}}^{\text{гл}}$  и  $F_{\text{дв}}$  — соответственно, площади поверхностей перекрытий пола, потолка, северной, восточной, западной стен, а также глухой и светопрозрачной частей южной стены и входной двери.

В целях создания удобств в сопоставлении значений тепловых эффективностей помещений, отличающихся между собой удельными тепловыми характеристиками, но отапливаемыми одинаковыми типами инсоляционной системы, нами предложено вести понятие об их удельной тепловой характеристике  $q_{F_{\text{сно}}}$ , представляющей собой отношение  $\sum(KF)_i$  в формуле (4) к площади фронтальной поверхности светопроёма на южной стене  $F_{\text{юс}}^{\text{сно}}$  [3], то есть:

$$q_{F_{\text{сно}}} = (KF)_{\text{сно}} + \frac{(KF)_{\text{пл}} + (KF)_{\text{пт}} + (KF)_{\text{сс}} + (KF)_{\text{вс}} + (KF)_{\text{зс}} + v(KF)_{\text{юс}} + (KF)_{\text{дв}}}{F_{\text{юс}}^{\text{спо}}}, \quad (6)$$

$$\text{где } v = \frac{F_{\text{юс}}^{\text{гл}}}{F_{\text{юс}}^{\text{спо}}} = 1 - \frac{F_{\text{юс}}^{\text{спо}}}{F_{\text{юс}}^{\text{гл}}}, \quad (7)$$

отношение площади поверхностей глухой части южной стены  $F_{\text{юс}}^{\text{гл}}$  к общей площади её поверхности:

$$F_{\text{юс}}^{\text{спо}} = F_{\text{юс}}^{\text{спо}} + F_{\text{юс}}^{\text{гл}}.$$

В связи с тем, что в помещениях, отапливаемых только с помощью инсоляционных систем, основным источником тепловой энергии является солнечное излучение, поступающее через их светопроёмы на южной стене площадью фронтальной поверхности  $F_{\text{сно}}$ , средние за промежуток времени  $\Delta z$  значения  $Q_{\text{пол}}$  и  $Q_{\text{ТП}}$  в формуле (1) могут быть как:

$$\bar{Q}_{\text{пол}}^{\Delta z} = q_{F_{\text{сно}}} F_{\text{сно}} (\bar{t}_v^{\Delta z} - \bar{t}_0^{\Delta z}) \text{ и} \quad (8)$$

$$\bar{Q}_{\text{ТП}}^{\Delta z} = q_{F_{\text{сно}}} F_{\text{сно}} (\bar{t}_v^{\Delta z} - \bar{t}_0^{\Delta z}), \quad (9)$$

где  $\bar{t}_v^{\Delta z}$  — средняя за промежуток времени  $\Delta z$  фактическая температура воздушной среды помещения, отапливаемого только за счёт использования солнечной энергии с помощью инсоляционной системы;  $\bar{t}_0^{\Delta z}$  — средняя за промежуток времени  $\Delta z$  температура окружающей среды.

Подставляя значений  $\bar{Q}_{\text{пол}}^{\Delta z}$  из (8) и  $\bar{Q}_{\text{ТП}}^{\Delta z}$  из (9) в формулу (1), получим:

$$\varphi = \frac{\bar{t}_v^{\Delta z} - \bar{t}_0^{\Delta z}}{\bar{t}_v^{\Delta z} - \bar{t}_0^{\Delta z}}. \quad (10)$$

Результаты численного расчёта по определению среднемесячных значений  $\varphi$  для двух условных экспериментальных смежного [комната, расположенная в средних этажах многоэтажного дома, и находящейся в тепловом контакте с окружающей средой только через южную стену и имеющей  $q_{F_{\text{сно}}} = 4,0$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C)] и отдельно стоящего [комната с изолированным чердаком и подвалом и находящейся в тепловом контакте с окружающей средой через северную, восточную, западную и южную стены и имеющей  $q_{F_{\text{сно}}} = 13,0$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C)] по месяцам отопительного сезона при  $t_v^{\text{н}} = 18^\circ\text{C}$  приведён в табл. 1. Из анализа результатов расчётных исследований (табл. 1), следует, что улучшение теплотехнических качеств наружных стеновых ограждений зданий с инсоляционной системой отопления является одним из определяющих факторов повышения их теплотехнической эффективности. ●

1. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. — М.: Высшая школа, 1982.
2. Шкловер А.М. Основы строительной теплотехники жилых и общественных зданий. — М.: Госстройиздат, 1956.
3. Avezova N.R., Avezov R.R., Rashidov Yu. K., Kasimov F. Sh. The Fuel Replacement Factor of Insolation Passive Solar Heating Systems with a Three Layer Translucent Shield with a Partially Ray Absorbing Transforming Film on the Inside // Applied Solar Energy. 2014. No. 4.

●● Результаты расчётов по месяцам отопительного сезона

табл. 1

Месяцы отопительного сезона	$\bar{t}_0, ^\circ\text{C}$	$\bar{q}_{\text{пад}}^{\Sigma}, \text{Вт/м}^2$	$\varphi$		$\bar{t}_v, ^\circ\text{C}$	
			для смежной комнаты	для отдельно стоящей комнаты	для смежной комнаты	для отдельно стоящей комнаты
Ноябрь	+6,4	142,96	0,90	0,31	16,8	10,4
Декабрь	+1,6	126,88	0,57	0,22	11,0	5,2
Январь	-0,9	145,71	0,56	0,21	9,6	3,2
Февраль	+2,0	142,04	0,62	0,25	12,0	6,0
Март	+7,6	126,13	0,88	0,40	16,5	11,8





## Перспективы создания и использования беспроводных систем передачи энергии

В ряде стран проводятся разработки систем беспроводной передачи энергии мощностью 10–10<sup>6</sup> кВт как наземного, так и космического базирования для широкого круга задач, в том числе стабилизации погоды и начала рынка «космического электричества», как альтернативы исчерпанию традиционных энергоресурсов. Центробежные волоконные лазеры с солнечной накачкой могут стать эффективной базой для широкого круга перспективных информационно-энергетических систем космической техники.

Авторы: В.М. МЕЛЬНИКОВ;  
Д.Ю. ПАРАЩУК; Б.Н. ХАРЛОВ

Научно-технический прогресс привёл к возможности создания новых технологической генерации и беспроводной передачи огромных потоков энергии [1], которые могут кардинально повлиять на социально-экономическое положение России: изменить структуру мирового энергетического рынка не в пользу ископаемых ресурсов (нефть, газ, уран); повлиять на энергетическую безопасность и обороноспособность; в пять-десять раз снизить стоимость электрообеспечения в регионах России (Сибирь, высокоширотные регионы, Камчатка, Дальний Восток), где отсутствуют кабельные сети или происходит их обесточивание (Крым); увеличить пропускную способность информационных систем.

### Актуальность и состояние разработок

Энергетика является основой развития цивилизации, в неё вложено \$6–7 трлн во всём мире, что многократно превышает вложения в любые другие направления человеческой деятельности. Непрерывно возрастающие потребности человечества, связанные с возрастанием численности и жизненного уровня населения, уже сегодня превышают цифру 20 ТВт (20×10<sup>12</sup> Вт). Окружающая среда не справляется с таким гигантским уровнем воздействия на себя, что выражается в участившихся ураганах, засухах, наводнениях. Проблема стоит столь остро, что даже В.В. Путин в своей речи на юбилейной 70-й Генеральной ассамблее ООН сказал: «Среди проблем, которые затрагивают будущее всего человечества, есть и такой вызов, как глобальное изменение климата». По данным ООН, ущерб от природных катаклизмов составил \$366 млрд только в 2011 году, что многократно превышает стоимость самых крупных космических программ. Например, программа полётов на Луну обошлась США в 1969–1971 годах в сумму около \$28 млрд (без учёта инфляции). А именно космическая техника способна решить проблемы обеспечения землян электроэнергией и стабилизации погоды.

К.Э. Циолковский в начале прошлого века начал развитие космонавтики именно с целью освоения солнечной космической энергии на благо человечества. Солнце является природным термоядерным реактором, практически бесконечным по времени существования и безграничным по количеству вырабатываемой им энергии.

Если бы человечество не пыталось безуспешно создать в течение последних 60 лет термоядерный реактор на Земле, а вложило средства в солнечную энергетику, то социально-экономическая ситуация была бы сейчас совершенно иной.

**Энергетика является основой развития цивилизации, в неё вложено \$6–7 трлн во всём мире, что многократно превышает вложения в любые другие направления человеческой деятельности. Непрерывно возрастающие потребности человечества, связанные с возрастанием численности и жизненного уровня населения, уже сегодня превышают цифру 20 ТВт. Окружающая среда не справляется с таким гигантским уровнем воздействия на себя**

Нобелевские лауреаты академики Н.Н. Семенов и Ж.И. Алферов указывали на безальтернативность в перспективе для человечества использования солнечной энергии, поскольку природные запасы энергоресурсов иссякнут, по различным оценкам, через 50–100 лет, и уже наши внуки вынуждены будут жить совершенно в других условиях. В Индии и странах Ближнего Востока чрезвычайно остро стоит вопрос опреснения воды. Бывший президент Индии, доктор Абдул Калям, указывал на необходимость использования для опреснения воды в больших масштабах солнечную энергетику, в том числе особенно космическую.



Решением проблем может стать создание космических солнечных электростанций (КСЭС) для трансляции энергии на Землю. Существует мнение, что при переводе наземной энергетики на космическую произойдёт стабилизация погоды и климата в целом. Проекты КСЭС стали разрабатываться сразу после начала космической эры и отличались концепцией СВЧ-передачи энергии и использованием жёстких каркасов площадью несколько десятков квадратных километров для крепления солнечных батарей.

Первый масштабный проект, рассчитанный на мощность 10 ГВт (потребление среднего региона), был выполнен инженером П. Глейзером в 1968 году в США [2]. Техника тогда была не готова (да не готова и сейчас) к решениям, требующим вывода тысяч тонн груза на орбиту и создания приёмных устройств на Земле диаметром до 20 км. В дальнейшем проекты совершенствовались, но кардинально ситуация не менялась. Совершенствование схемы КСЭС шло по пути увеличения концентрации излучения и значительного уменьшения каркасной рамы солнечной батареи, а также изменения компоновки с целью исключения из конструкции громоздких тоководов.

В настоящее время США и Япония активно разрабатывают КСЭС гигаваттного уровня для начала рынка «космического электричества», который может изменить международный рынок энергетических ресурсов, в частности, снизить спрос на природные ресурсы России, а также угрожать её энергетической безопасности. В США такие крупнейшие корпорации и научные центры, как Lockheed Martin, The Boeing Company, JPL, George



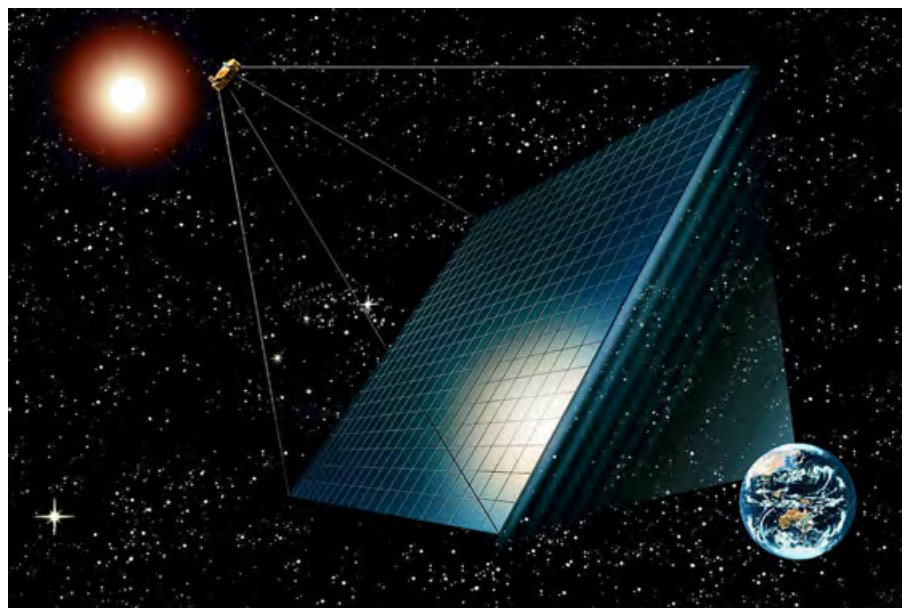
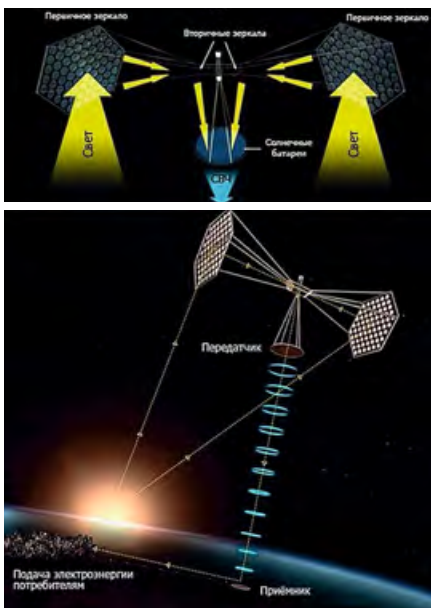
C. Marshall Center, Glenn Research Center NASA, а также ряд университетов, планируют создать КСЭС гигаваттного уровня к 2016 году. На рис. 1а представлена схема конструкции КСЭС США [3], где находящиеся на расстоянии 5 км концентрирующие зеркала размером 2,5×2 км через поворотные зеркала направляют поток солнечного света на «сэндвич» — приёмный диск диаметром 500 м, совмещённый с солнечной батареей, СВЧ-генератором и передающей СВЧ-антенной. Схема заимствована из японских разработок середины 1990-х годов.

Группа из 16 японских корпораций во главе с Mitsubishi Corporation планирует построить КСЭС гигаваттного уровня к 2025 году в рамках проекта Solarbird. Общая стоимость КСЭС оценивается в \$24 млрд. Предполагается, что стоимость вырабатываемого «космического электричества» будет в шесть раз дешевле, чем на японских наземных элек-

тростанциях. На рис. 1б показана ячейка 100×100 м японского «сэндвича», поддерживаемого в гравитационной стабилизации четырьмя 15-километровыми тросами, скреплёнными с приборным контейнером. Разработки базируются на СВЧ-концепции передачи энергии и наличии жёстких каркасных многокилометровых конструкциях.

Японцы также рассматривают лазерную концепцию КСЭС, но не отдают ей первенства, поскольку исторически отдали основные силы СВЧ-концепции и хотят её реализации в первую очередь.

В настоящее время в силу чрезвычайной сложности конструктивно-технологической реализации схемы США (рис. 1) очевидно, что предполагаемые сроки её реализации не будут выполнены. У ряда ведущих специалистов НАСА сложилось мнение, что разрабатываемые в настоящее время проекты КСЭС не реализуемы и требуются новые идеи.



•• Рис. 1. Конструкции КСЭС США (слева) и Японии



Возможно существенное упрощение схемы КСЭС в целом, снижение её стоимости, повышение надёжности и эффективности. Кардинально положение изменилось в проблеме создания КСЭС в последние три-пять лет в связи с успехами в разработке волоконных лазеров и возможности создания крупногабаритных космических бескаркасных конструкций из волоконных лазеров, формируемых центробежными силами [4]. Волоконные лазеры способны дать узкий луч, на пять порядков меньший по площади СВЧ-луча на Земле. «Нитеподобность» волоконного лазера даёт возможность оптимально использовать центробежные силы для формирования бескаркасной плоской площадки из волоконных лазеров, перпендикулярной солнечным лучам. Отсутствие жёсткого каркаса резко упрощает и удешевляет конструкцию и возможность вывода её на орбиту ракетоносителем. Возможность солнечной накачки волоконного лазера исключает солнечные батареи.

### Новые возможности беспроводных систем передачи энергии

В США по программе создания единой сетевидной эшелонированной системы воздушно-космической обороны проводятся работы на основе лазерных информационно-ударных комплексов. В частности рассматривается схема, где лазерный пучок, питаемый от мегаваттной плавучей атомной электростанции (подводной лодки), через стратосферный ретранслятор может поразить наземные, стратосферные и космические объекты [1]. Управление осуществляется космической системой. По аналогичной схеме в Израиле создан высокоэнергетический лазер Iron Beam для уничтожения ракет, миномётных снарядов,

воздушных целей. Создан над районом Земли «купол» безопасности, лазер перехватил сотню снарядов типа «Катюша», запущенных из сектора Газа [5]. Компания Lockheed Martin Space Systems имеет 30-летний опыт создания высокоэнергетических лазерных систем. Лазер мощностью в 10 кВт отслеживает цель на расстоянии 5 км [6]. Концерн Boeing создал лазерный комплекс (10 кВт), поразивший 90 миномётных снарядов на расстоянии 1800–2700 м. Планируется увеличить мощность до 100 кВт [7]. Китай готовит космическую платформу с энергетикой в 30 кВт для генерации СВЧ (16 кВт) и лазерного луча (6 кВт) и приёма излучения на Земле [8]. Ещё в 2010 году EADC-Astrium, ведущая европейская компания по производству спутников и спутникового оборудования, объявила о планах создания платформы, аналогичной китайской, с инфракрасным волоконным лазером, питаемым через полупроводниковые лазеры солнечными батареями.

Возможность передачи потока излучения в атмосфере Земли от самолётного фуллерен-кислород-йодного лазера мегаваттного класса с электрической накачкой от турбин самолёта на расстояние до 200 км подтверждена в ходе испытаний в 2009 году концерном Boeing по заказу военно-воздушных сил Соединённых Штатов Америки. Программа стартовала в 1996 году и её бюджет составил \$10–13 млрд.

Пентагон, как наибольший потребитель электроэнергии в США, активно рассматривает широкие возможности использования КСЭС в интересах министерства обороны США, поскольку его энергобезопасность, в перспективе сложностей с традиционными энергоресурсами, может базироваться на использовании КСЭС [9], которые в том числе могут уменьшить или исключить потребность в топливных транспортах, являющихся традиционными мишенями для противника.

Снижение спроса и стоимости природных ресурсов (нефти, газа, урана) на международном энергетическом рынке возможно в случае, если Япония и США первыми создадут КСЭС и начнут продавать электроэнергию в регионы России и всего мира по значительно меньшей цене, чем стоит выработка электроэнергии на Земле. Для России это, в первую очередь, регионы Дальнего Востока, Камчатка и Сибирь. Рынок гражданских самолётов в России на 80%, а рынки автомобилей, мобильных телефонов и компьютерной техники более чем на 90% заняты зарубежными производителями. В случае КСЭС орбитальный сегмент остаётся за производителем, и ему ничто не мешает по своему усмотрению прекратить подачу электроэнергии, то есть угрожать энергетической безопасности страны.

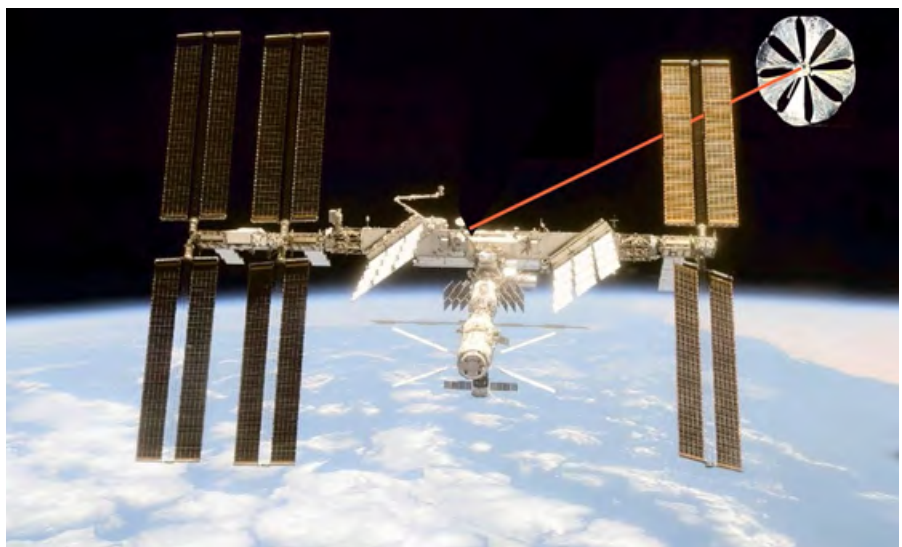


Рис. 2. Энергоснабжение МКС лазерным лучом от центробежной КСЭС



Помимо альтернативы традиционным энергетическим источникам, таким как тепловые, атомные и гидроэлектростанции, появляются новые возможности использования КСЭС как систем беспроводной передачи энергии: энергоснабжение удалённых и труднодоступных районов при отсутствии необходимой кабельной сети (районы Крайнего Севера России, Канады, Гренландии, Арктики и Антарктиды, горные районы, пустыни, места стихийных бедствий и катастроф); решение проблемы пиковых нагрузок; зарубежные поставки; новые стратегия и тактика в решении оборонных задач; энергоснабжение Луны, Марса и других космических тел и аппаратов; решение проблемы астероидной опасности. Проблема электрообеспечения Крыма при наличии КСЭС не встала бы. На рис. 2 показана возможность снабжения международной космической станции лазерным лучом от центробежной КСЭС.

**Опволоконные лазеры превосходят другие типы лазеров практически по всем существенным параметрам, важным с точки зрения их промышленного использования**

В работе [10] отмечается, что 80% территории России с населением 20 млн человек не охвачены кабельными сетями электроснабжения. Доставка дизельного топлива в некоторые районы по времени затягивается до двух лет, а стоимость электроэнергии доходит до 100 руб/кВт·ч по сравнению с 3 руб/кВт·ч в других регионах. В таких случаях беспроводное энергоснабжение особенно эффективно и позволяет снизить стоимость электроэнергии в пять-десять и более раз.

КСЭС также могут быть использованы в проблеме астероидной безопасности. Падение астероида в Челябинске показало её актуальность. Оценки показывают, что воздействие лазерного излучения от КСЭС мощностью 1 ГВт на астероид массой  $10^9$  кг сообщит ему ускорение  $10^{-3}$  м/с<sup>2</sup>. При длительном характере такого воздействия возможно эффективное изменение орбиты астероида.

**Возможные российские приоритеты**

Учитывая опыт зарубежных разработок, можно указать на возможные российские приоритеты в области генерирования и беспроводной передачи энергии: использование волоконных лазеров, в том числе с солнечной накачкой, которые бу-



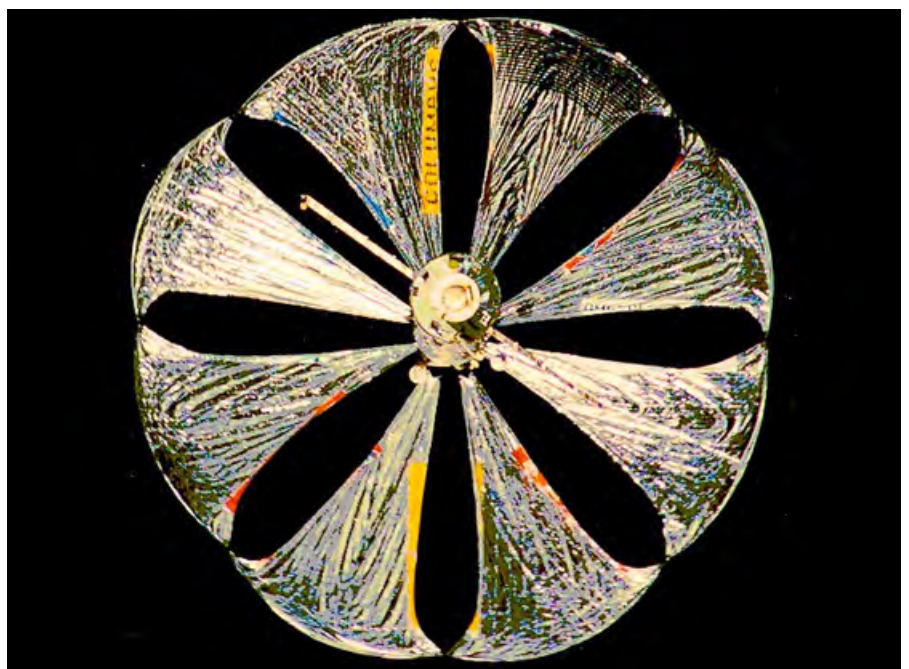
Проект БелАЭС, фото «Белта» и www.atomic-energy.ru

☘ **Космические солнечные электростанции в будущем могут заменить даже АЭС**

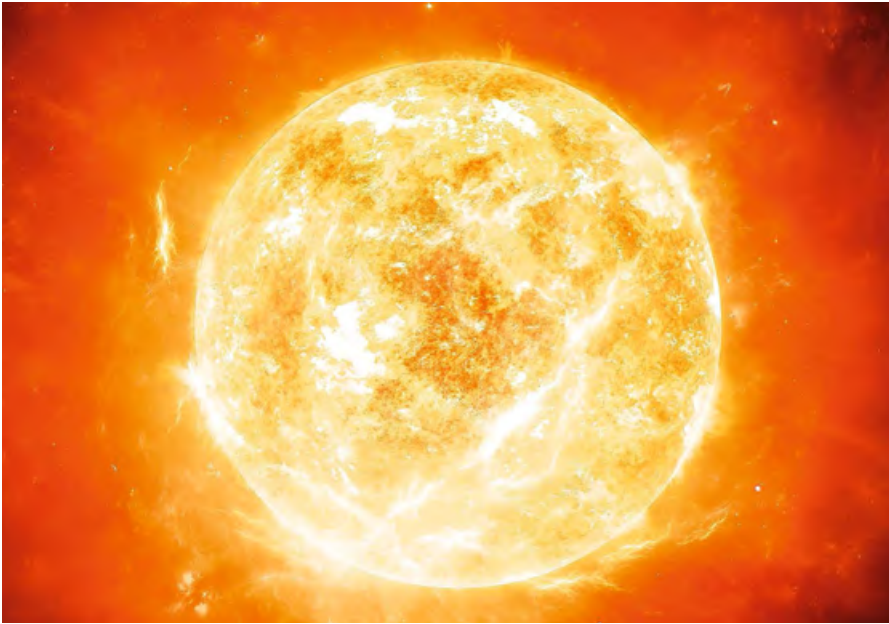
дут существенно эффективнее СВЧ-метода, используемого в США и Японии; использование бескаркасных центробежных крупногабаритных космических конструкций, более эффективных, чем каркасные аналоги США и Японии.

Преимущества лазеров над СВЧ-системами следующие [9]: КПД преобразования электроэнергии в инфракрасный лазерный сигнал в полупроводниковых ИК-лазерах доходит до 80%; на пять порядков меньшая расходимость лазерного луча ( $10^{-6}$  рад.) по сравнению с СВЧ-сигналом; реальные достижения в миниатюризации элементной базы (по световоду диаметром 250 мк передаётся световая мощность 50 кВт); ресурс более 100 тыс.

часов; возможность приёма энергии в высокоширотных районах России от КСЭС, находящейся на геостационарной орбите около Земли; российские производители в направлении волоконных световодов сейчас занимают ведущие позиции в мире («ИРЭ Полнос», город Фрязино, и ещё 11 фирм, принадлежащих россиянину В.П. Гапонцеву в разных странах мира с общей численностью 2500 человек; 85% мирового производства волоконной оптики). Последняя позиция очень важна при производстве крупномасштабных отечественных КСЭС и широкого круга информационно-энергетических систем для решения перспективных задач космической техники.



☘ **Рис. 3. Космический эксперимент «Знамя 2» по отработке центробежной тонкоплёночной конструкции диаметром 20 м на транспортно-грузовом корабле «Прогресс М»**



Оптоволоконные лазеры превосходят другие типы лазеров практически по всем существенным параметрам, важным с точки зрения их промышленного использования. Имеются совпадающие окна прозрачности атмосферы и диапазоны высокой чувствительности воспринимающих энергию на Земле гетероструктурных фотоэлектронных преобразователей (ФЭП), в том числе концентраторных (например,  $\lambda = 1,35$  мкм) [11], которые имеют к лазерному свету КПД на 15–20% выше, чем к солнечному.

Преимущества центробежных бескаркасных космических конструкций над каркасными аналогами следующие [12]: отсутствие жёсткого каркаса, составляющего до 50% от стоимости всей системы (стоимость разработки, изготовления и отработки на Земле, вывода на орбиту и орбитальной сборки); возможность переориентации (слежения за Солнцем) на гироскопическом принципе без затрат рабочего тела, поскольку сама цен-

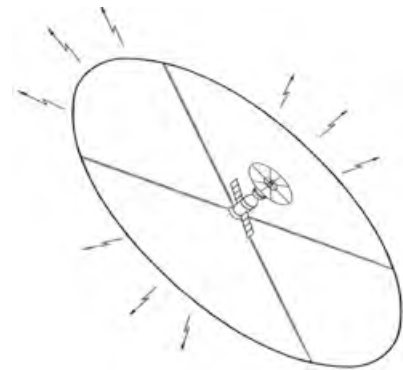
тробежная система является тяжёлым гироскопом; возможность укладки в малый объём при транспортировке; имеется возможность эффективной наземной отработки и автоматизированного развёртывания и обратного свёртывания на орбите при необходимости изменения дислокации; имеется уникальный отечественный опыт наземной и орбитальной отработки (российский космический эксперимент «Знамя 2», проведённый 4 февраля 1993 года, рис. 3).

Многих конструкторов настораживает необходимость постоянного вращения центробежных солнечной батареи или тросовой конструкции с угловой скоростью ниже 1 рад/с и необходимость использования подвижного контактора. В то же время в некоторых космических проектах закладывается съём электроэнергии порядка 1 МВт через вращающийся контактор в электрогенераторе при скорости вращения 30–60 тыс. мин<sup>-1</sup> и ресурсе в 15 лет, что куда сложнее.

Уже сейчас многие производители в России и за рубежом выпускают лазерные установки на волоконных лазерах мощностью до 100 кВт для промышленной обработки металлов (резки стали толщиной 100 мм). Поскольку даже традиционные способы сварки, пайки, резки, прошивки фигурных отверстий, гравировки и упрочнения металлов уступают место лазерным методам [13], то внедрение лазерной техники в космическую энергетику и информатизацию открывает широчайшие перспективы космонавтики.

### Центробежные волоконные лазеры с солнечной накачкой

Существенным российским приоритетом, предлагаемым Международным лазерным центром МГУ в кооперации с ведущими институтами РАН, который может кардинальным образом упростить и удешевить КСЭС и в целом революционным образом повлиять на технологию беспроводной передачи энергии в космосе, являются предложения по повышению эффективности волоконных лазеров с солнечной накачкой [14]. За счёт специально подбираемых легирования волокна и вновь предложенного для этой задачи флюоресцирующего покрытия, поглощающего до 95% солнечного спектра, планируется осуществить эффективную солнечную накачку волоконного лазера, что позволит исключить использование в энергосистемах солнечных батарей. Перпендикулярную солнечным лучам поверхность из волоконных лазеров целесообразно формировать центробежными силами, что исключает жёсткий каркас. В 1996 году подобная конструкция была проработана применительно к тросовой системе [12]. На рис. 4 показана центробежная тросовая система диаметром 300 м на ТК «Прогресс М» (1996 год, РКК «Энергия»), как прототип системы центробежных волоконных лазеров.



❖❖ Рис. 4. Центробежная тросовая система диаметром 300 м на ТК «Прогресс М» (проект 1996 года, РКК «Энергия»), как прототип системы центробежных волоконных лазеров



### Концепции построения лазерных КСЭС

Возможны две концепции создания космических солнечных электростанций с лазерным каналом: первая — на базе каркасных или бескаркасных центробежных солнечных батарей, которые питают распределённые по их поверхности твердотельные ИК-лазеры, которые, в свою очередь, «запитывают» волоконные лазеры, передающие энергию к общему центру и далее к потребителю; вторая — на базе только центробежных волоконных лазеров с солнечной накачкой.

По первой концепции уже сегодня существует элементная база и разработаны за рубежом проекты КСЭС с каркасными солнечными батареями с достаточно подробной технико-экономической проработкой [15].

Во второй предлагаемой концепции использования волоконных лазеров с солнечной накачкой для КСЭС отпадает необходимость в солнечных батареях, производство которых в России практически отсутствует, и жёстком каркасе, составляющем значительную часть стоимости КСЭС. Опыт создания таких каркасов также отсутствует в мировой практике.

### Оптимальной организационной формой ведения работ по системам беспроводной передачи энергии является включение их в крупную государственную уже принятую программу, как пример — программу освоения Севера

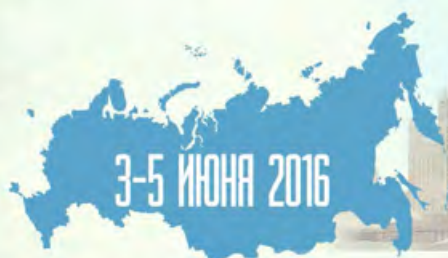
#### Задачи создания КСЭС

Широкое поле использования КСЭС, а также значительная стоимость из-за масштабы системы, предъявляют серьёзные требования к выбору наиболее рациональных схемных и проектно-конструкторских решений с учётом последних и предполагаемых в перспективе научно-технических достижений для обеспечения возможно более низкой стоимости изделия, простоты конструкции, её высокой надёжности, удобства наземной отработки и эксплуатации в космосе, наличия отечественной элементной базы и научно-технического задела. Круг задач чрезвычайно широк: от повышения эффективности волоконных лазеров с солнечной накачкой, налаживания их промышленного производства, создания

систем управления лазерным лучом высокой мощности на космическом корабле до методик наземной отработки агрегата раскрытия системы волоконных лазеров на орбите и создания наземного сегмента приёма энергии, а также создания мало-масштабного прототипа КСЭС.

Оптимальной организационной формой ведения работ по системам беспроводной передачи энергии является включение их в крупную государственную уже принятую программу, например, программу освоения Севера, где возможны не только разработка и создание, но и широкое внедрение. Возможна самостоятельная государственная программа (президентский проект).

В состав такой программы на первом этапе должны войти следующие работы: формирование кооперации исполнителей и разработка программы; проектно-поисковые исследования по разработке волоконных лазеров с солнечной накачкой; освоение технологии масштабного производства волоконных лазеров с солнечной накачкой; создание и испытания демонстрационного прототипа космической системы дистанционного энергоснабжения на мощность 10–100 кВт;



II ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ  
РОССИЯ

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



МОСКВА - ТВЕРЬ - МОСКВА

Уважаемые друзья, коллеги!

ПРИГЛАШАЕМ ВАС К УЧАСТИЮ ВО II ВСЕРОССИЙСКОМ ФОРУМЕ  
«ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ РОССИЯ»!

Официальный сайт II Всероссийского Форума «Энергоэффективная Россия»:

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

#### Организатор:

Национальное объединение организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (НОЭ)  
При участии: НОСТРОЙ, НОПРИЗ

#### Официальная поддержка:

Государственная Дума Федерального собрания Российской Федерации  
Министерство энергетики Российской Федерации  
Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации

#### Генеральный информационный партнер:

Журнал С.О.К. (Сантехника. Отопление. Кондиционирование. Энергосбережение)

создание трёхуровневой системы наведения лазерного пучка на наземные фотопреобразователи (системы наведения и стабилизации космического сегмента; системы лазерного пилот-сигнала с наземной антенны; двухкоординатной зеркальной системы на космическом сегменте); разработка агрегата раскрытия поля волоконных лазеров на центробежном принципе; разработка наземного сегмента для приёма лазерного пучка на базе гетероструктурных ФЭП и концентраторных солнечных батарей.

Отрадно, что государственная корпорация «Ростех» в лице её генерального директора С.В.Чемезова доложила в октябре 2015 года премьеру Д.А.Медведеву об актуальности проблемы создания КСЭС. Корпорация готовит первый космический эксперимент «Солнечный лазер» по трансляции лазерного луча на Землю, как прототип КСЭС. Это начало пути. Необходима консолидация сил промышленности, академии наук и вузов на решение проблемы создания крупномасштабных КСЭС.

**Заключение**

Развитие систем беспроводной передачи энергии способно кардинальным образом повлиять на определяющие стороны жизни страны. Это энергообеспечение, энергетическая и экологическая безопасность, информатизация и др. Паритет России по отношению к другим странам должен основываться на последних и ожидаемых в ближайшем будущем отечественных достижениях в лазерной и космической технике. Направление центробежных волоконных лазеров с солнечной накачкой обещает привести к инновационной технологии создания новейших информационно-энергетичес-

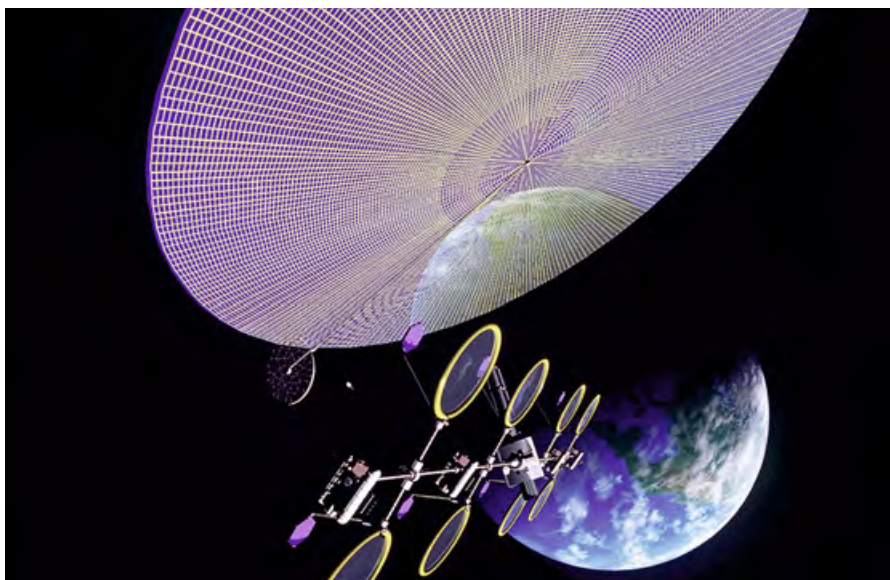


ких систем беспроводной передачи энергии для решения широкого круга перспективных задач космической техники. Россия может стать обладателем уникальной технологии в области космического электричества, значительным образом подняв престиж самой космической техники в решении важнейших социально-экономических задач страны. Влияние такой технологии на международное и социально-экономическое положение России сложно переоценить. Ожидается, что при развитии она будет сопоставима с такой успешной отечественной отраслью,

как атомная энергетика. Эта технология может стать альтернативой исчерпанию традиционных энергоресурсов и способствовать стабилизации климата. В России накоплен мощный задел в области волоконных лазеров. Волоконно-лазерные технологии, разработанные российскими учёными, общепризнаны мировым сообществом, занимают видное место на лазерном рынке и активно используются в различных областях науки, техники и медицины. ●

**В Российской Федерации накоплен мощный задел в области волоконных лазеров. Российские волоконно-лазерные технологии общепризнаны мировым сообществом и занимают видное место на лазерном рынке и активно используются в различных областях науки, техники и медицины**

1. Сигов А.С., Матюхин В.Ф. Лазерные системы для беспроводной передачи энергии // Альтернативный киловатт, №6/2012.
2. Glaser P.F. Power from the Sun: its future // Science, 1968, vol. 168.
3. Space-Based Solar Power As an Opportunity for Strategic Security. Phase of Architecture Feasibility Study // Report to the Director. National Security Space Office. 10 October 2007.
4. Райкунов Г.Г., Верлан А.А., Мельников В.М., Пичхадзе К.М., Сысоев В.К., Харлов Б.Н. Преимущества космических солнечных электростанций с лазерным каналом передачи энергии // Известия РАН: Энергетика, №5/2012.
5. Интернет-ресурс: www.china.org.cn.
6. Интернет-ресурс: www.spacedaily.com.
7. Интернет-ресурс: www.geek.com.
8. Li Ming. Proposal on a SPS WPT Demonstration Experiment Satellite. IAC-2014. Toronto. 2014.
9. Кернер Д. и др. Возможный вклад солнечной космической энергетике в обеспечение национальной безопасности — критический анализ: Мат. 61-й Межд. астронавт. конгресса. — Чехия, Прага, 2010.
10. Редько И.Я. Проблемы малой энергетики в России. IV Межд. форум «Энергосбережение и энергоэффективность — динамика развития». — СПб., 2014.
11. Андреев В.М. Высокоэффективные фотоэлектрические преобразователи лазерного и концентрированного солнечного излучения // Альтернативный киловатт, №6/2012.
12. Райкунов Г.Г., Комков В.А., Мельников В.М., Харлов Б.Н. Центробежные бескаркасные крупногабаритные космические конструкции. — М.: Физматлит, 2009.
13. Моргунов Ю.А., Панов Д.В., Саушкин Б.П., Саушкин С.Б. Научноёмкие технологии машиностроительного производства. — М.: Форум, 2013.
14. Мельников В.М., Бруевич В.В., Парашук Д.Ю., Харлов Б.Н. Волоконные лазеры с солнечной накачкой, формируемые центробежными силами, как новое направление в создании космических информационно-энергетических систем // Космонавтика и ракетостроение, №6/2014.
15. Сысоев В.К., Пичхадзе К.М., Грешилов П.А., Верлан А.А. Солнечные космические электростанции: пути реализации. — М.: МАИ-Принт, 2013.





ufi  
Approved  
Event

# 12-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА МИР КЛИМАТА 2016

Системы кондиционирования и вентиляции, отопление, промышленный и коммерческий холод

ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ  
СОБЫТИЕ ГОДА\*



Бесконечный **МИР**  
технологий **КЛИМАТА**

**1 – 4 марта 2016**  
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

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

ОРГАНИЗАТОРЫ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПАРТНЕРЫ:



СПОНСОР РЕГИСТРАЦИИ ПОСЕТИТЕЛЕЙ:

**Hisense**

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



ОФИЦИАЛЬНЫЕ ПАРТНЕРЫ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



ОФИЦИАЛЬНОЕ  
ИЗДАНИЕ  
ВЫСТАВКИ:

**МИР КЛИМАТА**

\* согласно данным ООО «Евроэкспо» на основании количества посетителей, профисов участников и стран-участниц выставки

РЕКЛАМА

16+





**В РОССИИ ОТКРЫТ СКЛАД!  
МЫ СТАЛИ БЛИЖЕ К ВАМ.**

**МЫ УПРАВЛЯЕМ  
ПОТОКАМИ**



**ООО « ФАФ ВАНА САНАЙИ »**

Тел: +7 (499) 130-01- 65 ( FAF логистик) + 7 (925) 823-72- 63 (FAF офис)  
Адрес склада: 115201 г. Москва, ЮАО, 2-й Котляковский переулок, д.1, стр.29, склад 33

[moscow@fafvalve.com](mailto:moscow@fafvalve.com)  
[www.fafvana.ru](http://www.fafvana.ru)