



64

Холодильные  
машины  
в развитии



66

Система масло-  
отделения  
VRF-систем



52

Теплоэнергети-  
ческие характе-  
ристики зданий



16

Юрий Нечепав –  
об отопительном  
рынке России



№8 (188) АВГУСТ 2017

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
ОТРАСЛЕВОЙ  
ЖУРНАЛ

САНТЕХНИКА

ОТОПЛЕНИЕ

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Тепло – это наша стихия

# Logamax U072

## Buderus

Сделано в России



На правах рекламы

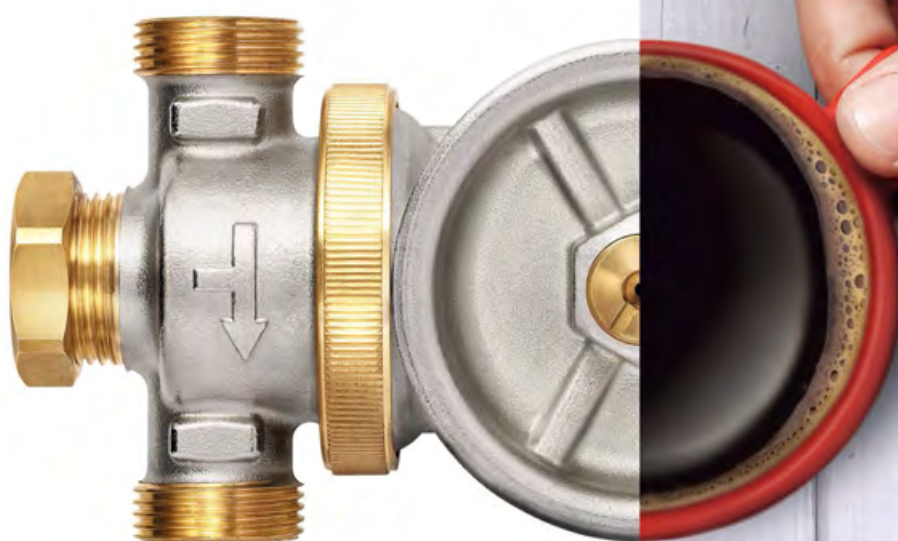
- Устойчивость к перепадам напряжения и давлению газа
- Пластинчатый теплообменник
- Компактные размеры

# Отопление и горячая вода? Легко!

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



# Часть ЖИЗНИ



**R146C**

**НОВЫЙ КОМПАКТНЫЙ ФИЛЬТР R146C  
ПРОСТО ВЫПОЛНЯЕТ СЛОЖНЫЕ ЗАДАЧИ**



Лёгкий в монтаже, прост в обслуживании и обеспечивает превосходную защиту вашего котла. В компактном корпусе три способа очистки: сетчатый, циклонный и магнитный фильтры, гарантирует чистоту вашей системы.

Giacomini: высококачественные компоненты для создания комфортных систем климата и водоснабжения жилых и общественных зданий. Тысячи продуктов, которые входят в нашу повседневную жизнь. *Giacomini: часть жизни.*



# Vaillant

## Новый уровень комфорта



ecoTEC plus



### Настенный газовый конденсационный котел

- Для отопления и приготовления горячей воды
- Увеличенный пластинчатый конденсационный теплообменник из нержавеющей стали
- Значительная экономия газа и электричества

Узнайте больше на [www.vaillant.ru](http://www.vaillant.ru)



■ Отопление  
■ Горячая вода

■ Новые виды энергии

 **Vaillant** своё дело знает





### [Юрий Нечепаев: отопительный рынок увидел «свет в конце туннеля»](#)

Генеральный директор компании «Босх Термотехника» Юрий Нечепаев в эксклюзивном интервью главному редактору журнала С.О.К. Александру Гудко поделился своими наблюдениями и анализом динамики изменений на рынке отопительного оборудования и дал некоторые прогнозы.

16



### [Об эжекторных унитазах с боковым отводом выпуска](#)

Показатели и характеристики современных унитазов далеки от совершенства. Поэтому появляются новые унитазы с эффектом эжекции. В статье излагаются новые требования к новым узлам и элементам, приводится новая схема питания эжекторного унитаза с целью снижения давления на входе в унитаз, а также схема эффективного очищения его чаши.

30



### [Определение количества тепловой энергии для отопления зданий](#)

Оплату за отопление производят ежемесячно равными долями в размере 1/12 годового потребления тепла или же в каждый месяц отопительного периода по температуре наружного воздуха. Способы эти по-разному удобны для потребителей и поставщиков тепла. Но при этом возникает множество спорных вопросов...

46



### [Анализ VRF-систем. Система маслоотделения](#)

Существуют VRF-системы оригинальных японских, корейских и китайских брендов. Ещё больше VRF-систем — OEM-производителей. Внешне все они очень похожи, и складывается ложное впечатление, что все VRF-системы одинаковы. Но это не так. Мы продолжаем серию статей о технологиях получения холода, которые используются в VRF-системах.

66



### [Наблюдение из жизни: конденсат в бассейнах. Мнения экспертов](#)

Устройство накладных материалов может привести к постепенному негативному воздействию на основные несущие конструкции помещений бассейнов из-за отсутствия контроля их состояния. В дискуссионной статье эксперты делятся многоплановыми доводами на этот счёт с нашими уважаемыми читателями.

74



### [Обзор промышленного форума «Астана-2017» и статьи специалистов](#)

В Астане прошёл Евроазиатский промышленный форум-выставка «Астана-2017», посвящённый разработкам и промышленному производству в области возобновляемой энергетики и кабельной техники. Для журнала С.О.К. специалисты подготовили статьи, в основу которых легли сделанные на мероприятии доклады.

76–94



<b>Новости</b>	<b>4</b>
<b>Событие</b>	
<a href="#">Началось производство радиаторов-скамеек Purmo Bench в Подмоскowie</a>	<b>14</b>
<b>Интервью</b>	
<a href="#">Юрий Нечепаяев: отопительный рынок увидел «свет в конце тоннеля»</a>	<b>16</b>
<b>Сантехника и водоснабжение</b>	
<a href="#">Трубопроводные системы Giacomini</a>	<b>20</b>
<a href="#">О технологии одновременной укладки насыпи автодороги и водопропускного трубопровода из ТПСС в ней</a>	<b>22</b>
<a href="#">Обоснование необходимости и порядок проведения работ по созданию водосберегающих унитазов эжекторного типа с боковым отводом выпуска</a>	<b>30</b>
<b>Отопление и ГВС</b>	
<a href="#">Котлы ELCO R3400 и R3600 — высокий уровень производительности при компактных размерах</a>	<b>36</b>
<a href="#">Блиц-опрос специалистов «Бош Термотехника»: настенные котлы</a>	<b>38</b>
<a href="#">Новинка от Navien — электродкотёл EQB</a>	<b>40</b>
<a href="#">Потенциал моря для отопления и охлаждения зданий</a>	<b>42</b>
<a href="#">Выбираем солнечную установку auroSTEP</a>	<b>44</b>
<a href="#">К вопросу определения количества тепловой энергии для отопления зданий</a>	<b>46</b>
<a href="#">Система мер по обеспечению надёжности теплоснабжения малых городов</a>	<b>48</b>
<a href="#">Монотермическая установка</a>	<b>50</b>
<a href="#">Сравнительный анализ методов определения теплоэнергетических характеристик эксплуатируемых зданий</a>	<b>52</b>
<a href="#">Солнечное отопление зданий при условии сокращения периода потребления традиционных ресурсов</a>	<b>58</b>
<b>Кондиционирование и вентиляция</b>	
<a href="#">Определение коэффициентов местных сопротивлений тройников в системах вентиляции</a>	<b>61</b>
<a href="#">LG Electronics совершила очередной шаг вперёд в развитии холодильных машин</a>	<b>64</b>
<a href="#">Анализ VRF-систем. Система маслоотделения</a>	<b>66</b>
<a href="#">Ferrari из Брянска или история вентиляторов VIP от «ВЕЗА»</a>	<b>70</b>
<a href="#">Наблюдение из жизни: конденсат в бассейнах. Мнения специалистов</a>	<b>74</b>
<b>Энергосбережение и ВИЭ</b>	
<a href="#">Евразийский промышленный форум-выставка «Астана-2017»</a>	<b>76</b>
<a href="#">О создании эффективных энергокомплексов на основе ВИЭ для сложных природно-климатических условий</a>	<b>79</b>
<a href="#">Ветроэнергетическое оборудование и комплексы гарантированного электроснабжения малой мощности</a>	<b>82</b>
<a href="#">Разработка и внедрение технологий использования низкопотенциального тепла</a>	<b>86</b>
<a href="#">Проблемы кадрового обеспечения развития «зелёной» энергетики в Казахстане</a>	<b>89</b>
<a href="#">Высокоэффективная полиэнергетическая ветроустановка</a>	<b>92</b>
<b>References</b>	<b>95</b>



### Одной строкой

- ❖ В 2017 году «Техническая Академия Ariston» отмечает десятилетие. Сегодня это не только центр обучения и информации, но и большая команда профессионалов в пяти городах России: Москве, Санкт-Петербурге, Минске, Самаре и Ростове-на-Дону.
- ❖ С 1 июля 2017 года международный концерн Danfoss A/S возглавляет Ким Фаузинг. В марте 2017 года Нильс Б. Кристиансен объявил о своём решении покинуть компанию после девяти лет работы в качестве генерального директора. В 1990–2006 годах Ким Фаузинг занимал руководящие посты в Hilti Corp., должность заместителя председателя SMA Solar Technology, имеет учёную степень в области машиностроения и степень MBA. Ким Фаузинг родился 31 августа 1964 года.
- ❖ Умное решение для систем отопления — беспроводная система автоматики Danfoss Link — получила премию German Brand Award 2017 в категории «Превосходство в управлении брендом — Отопление & Ванная комната».
- ❖ В 2015 году компания Nerdalze произвела первый опыт — несколько домов получили серверы в корпусе, напоминающем обычную батарею, и начали отапливаться их теплом.
- ❖ Корпорация Panasonic представила результаты первого квартала 2018 финансового года (с 1 апреля по 30 июня 2017). Чистая прибыль акционеров увеличилась на 67%, операционная прибыль — на 17%.
- ❖ В 2017 году чистые продажи компании Uropog и её сопоставимая операционная прибыль значительно увеличатся и превысят прошлогодние показатели. Чистые продажи компании за январь — июнь 2017 года выросли на 5% и достигли €573,5 млн.
- ❖ Компания Viessmann инвестировала в строительство нового завода промышленных газовых котлов в Липецкой ОЭЗ 1,5 млрд руб. Согласно данным Минэкономразвития, это 3,75% от общего объёма инвестиций всех резидентов российских ОЭЗ в 2016 году. Производительность нового завода составляет до 300 промышленных газовых котлов в год.
- ❖ Новая линейка котлов Buderus Logano G124/234 поступила в продажу и доступна на складах компании «Бош Термотехника».

### «Бош Термотехника»

## Обновлённые бойлеры косвенного нагрева Bosch WD 120/160 В



1 августа 2017 года компания «Бош Термотехника» представила на российском рынке обновлённую линейку бойлеров косвенного нагрева. На смену бойлерам Bosch ST 120/160-2E пришли Bosch WD 120/160 В. Новые модели имеют улучшенную теплоизоляцию, благодаря чему их класс энергоэффективности был повышен до В. Для потребителей это означает больший уровень комфорта при пользовании горячей водой и дополнительную экономию благодаря снижению тепловых потерь. Появление новых моделей свя-

зано с введением в Европейском союзе новых норм энергоэффективности и соответствует курсу компании Bosch на разработку и вывод на рынок инновационных и экономичных продуктов.

Бойлеры серии WD с вертикальным подключением являются хорошим дополнением к настенным одноконтурным котлам. Они имеют прямоугольную форму корпуса и идеально подходят для небольших помещений. Максимальная производительность бойлеров в проточном режиме составляет 590 л/ч.

Бойлеры косвенного нагрева — удобный и современный способ получения горячей воды. Такие бойлеры не имеют электрического нагревательного элемента, а в качестве источника тепла используют отопительные котлы, системы центрального отопления или солнечные коллекторы. Компания Bosch предлагает покупателям бойлеры косвенного нагрева объёмом от 120 до 1000 л как для настенных, так и для напольных отопительных котлов. Под брендом Bosch представлены четыре серии бойлеров: WD, WSTB, W/WST и W. Исключительно широкий ассортимент продукции позволяет обеспечить горячей водой квартиры, частные дома и коттеджи различной площади.

### Xylem

## Насосы для сточных вод Flygt 3069 с технологией Adaptive N



Компания Xylem выпустила серию усовершенствованных насосов с запатентованной технологией Adaptive N, которая позволяет надёжно и эффективно перекачивать сточные и канализационные воды. Так, современный насос Flygt 3069, в котором применяется технология Adaptive N, обеспечивает непрерывное перекачивание воды без засоров в самых тяжёлых условиях.

Самоочищающийся насос Flygt не только максимально надёжен в работе, но также

и экономичен. Благодаря технологии Adaptive N потребление энергии снижается на 25% по сравнению с традиционными насосами. Новая серия насосов с инновационной гидравлической технологией выпускается в трёх исполнениях: из серого чугуна, высокохромистого чугуна и нержавеющей стали.

Насос Flygt 3069 имеет модификации с вихревым, режущим и измельчающим рабочим колесом и может быть собран в четырёх разных конфигурациях в зависимости от области применения. Такой модульный дизайн оборудования значительно позволит сократить размер шкафа управления, что означает меньший объём капиталовложений. Самоочищающиеся насосы Flygt с инновационной технологией N впервые были выпущены на рынок в 1997 году, и на данный момент эта технология протестирована в работе более чем 500 тыс. установок по всему миру.



## Повышен класс энергоэффективности ёмкостных водонагревателей Protherm



В сентябре 2017 года Protherm выводит на российский рынок новые ёмкостные водонагреватели косвенного нагрева — модели FE 300MR, FE 400MR и FE 500MR. Линейка претерпела значительные изменения: по сравнению с предыдущим поколением теплопотери снижены в два раза благодаря трёхкомпонентному теплоизоляционному слою. Внутренняя изоляция сделана из плотного полиуретанового наполнителя. Материалом для внешней изоляции является ПВХ-оболочка, наполненная мягкой полиуретановой пеной. Изоляция фланца выполнена из высококачественного вспененного полипропилена последнего поколения. Обновлённый теплоизоляционный слой обеспечивает дополнительную экономию энергоресурсов, удерживая тепло. Несмотря на увеличение класса энергоэффективности с D на B по стандарту TÜV,

разработчики сохранили компактные размеры: высота составляет от 1,5 до 1,8 м, диаметр варьируется от 0,65 до 0,79 м.

Все модели оснащены предустановленным механическим термометром и встроенным магниевым анодом, значительно снижающим эксплуатационные расходы. Ревизионный фланец с изоляционной крышкой упрощает процесс чистки и обслуживания прибора. Конструкция внутренней спирали обеспечивает максимальную эффективность, возможность установки электрического нагревателя позволяет получать необходимое количество горячей воды даже в тот момент, когда необходимо использовать большее количество воды. В стандартный комплект поставки входит приспособление для переноски и регулируемые ножки, снижающие уровень шума. Буферные ёмкости оснащены дополнительными крепежами для внешних датчиков и датчиков защиты от перегрева. Вместе с водонагревателем поставляется удобный чехол на молнии, который легко меняется в случае повреждения или загрязнения. Производство ёмкостных водонагревателей косвенного нагрева Protherm располагается на предприятии в городе Бергхайме в Германии, где действует строгая система многоступенчатого контроля качества. Водонагреватели Protherm FE 300/400/500MR будут промаркированы новым логотипом — красным ромбом, сложенным из двух крыльев.

### «Белая Гвардия»

## Расширение линейки увлажнителей и моек воздуха

Компания ТД «Белая Гвардия», эксклюзивный дистрибьютор оборудования Dantex в России, анонсировала старт продаж новой линейки ультразвуковых увлажнителей и моек воздуха. Среди новинок — увлажнители воздуха Dantex D-N30UG и D-N35UCF и мойка воздуха Dantex D-N46AWCF. Все модели предназначены для создания и поддержания оптимального уровня влажности и очистки воздуха в помещениях бытового назначения. В зависимости от модели в увлажнителях предусмотрены различные фильтры. В мойке воздуха Dantex D-N46AWCF установлен угольный и HEPA-фильтры. Угольный фильтр очищает воздух от вредных примесей, неприятных запахов и табачного дыма, HEPA-фильтр улавливает и задерживает мелкие частицы пыль-



цы и пыли размером до 0,3 мкм, а также шерсть домашних животных. Также в модели увлажнителя Dantex D-N30UG встроен угольный фильтр. В увлажнителях предусмотрена ночная подсветка, а в модели D-N35UCF можно выбрать один из семи различных вариантов подсветки.



Valtec

## Новый насосно-смесительный узел Valtec Technomix

Компания Valtec представила новый насосно-смесительный узел Valtec Technomix. По сравнению с прекрасно зарекомендовавшим себя узлом VT.Combi в конструкцию внесены следующие изменения: исключены шаровые краны до и после насоса; вместо двух автоматических воздухоотводчиков установлен один ручной (кран Маевского); отсутствует байпас с перепускным клапаном; вместо циркуляционного насоса с монтажной длиной 180 мм используется насос длиной 130 мм; вместо двух дренажных кранов установлен только один; добавлен встроенный обратный клапан после насоса.



Эти изменения позволили сделать узел дешевле и удобнее в монтаже и эксплуатации — при сохранении основных паспортных характеристик узла VT.Combi.

Насосно-смесительный узел Valtec Technomix может работать от контроллера с погодозависимым управлением K200.M (вместо термоголовки с выносным датчиком на термостатический клапан устанавливается аналоговый электротермический сервопривод VT.TE3061).





Vaillant Group

## Новая бренд-зона открыта в Липецке

В июне в семье монобрендовых шоу-румов Vaillant Group произошло пополнение. В Липецке состоялась торжественное открытие магазина партнёра «Вайлант Груп Рус» — компании «Водозабор». Компания «Водозабор»



имеет статус инженерного центра Vaillant и предлагает полный комплекс услуг по оснащению объектов газовым и инновационным оборудованием: проводит консультации, проектирует, поставяет и осуществляет пусконаладку с последующим гарантийным и сервисным обслуживанием. Компания была создана в 2017 году как структурное подразделение ООО «Промбурвод», занимающего лидирующие позиции в Липецке в области бурения скважин. В начале этого года руководство группы приняло стратегическое решение организовать подразделение по продажам инженерных систем совместно с «ВГР».

Новый шоу-рум с оборудованием Vaillant имеет удачное месторасположение на пересечении основных городских магистралей при въезде в город. Жителям близлежащих элитных посёлков не придётся преодолевать долгие километры пути, чтобы увидеть котлы Vaillant и пообщаться со специалистами. Представители «Водозабора» настроены активно привлекать клиентов через Интернет, обладая серьёзным опытом продвижения услуг в Сети. Генеральный директор ГК «Промбурвод» Роман Сергеевич Сапронов ждёт от нового направления уверенного старта и делает ставку на комплексный подход, профессионализм сотрудников и качество техники Vaillant Group.

## «БДР Термия Рус»

### Первая конференция по маркетингу в компании «БДР Термия Рус»



24 августа компания ООО «БДР Термия Рус» провела первую конференцию по маркетингу для федеральных партнёров. Первым выступал генеральный директор ООО «БДР Термия Рус» Юрий Салазкин. В докладе были подведены коммерческие итоги компании за 2016-й и текущий 2017 годы, определена стратегия компании в краткосрочной и долгосрочной перспективе, обозначены основные цели и задачи отдела маркетинга.

Дмитрий Чернов, директор по развитию бизнеса ООО «БДР Термия Рус», осветил в презентации темы «Основные тенденции развития рынка настенных котлов в России» и «Развитие компании в цифрах и фактах». Руководитель отдела маркетинга ООО «БДР Термия Рус» Елена Михасева в первой части доклада рассказала о структуре международного холдинга BDR Thermea, истории бренда BAXI, обмене опытом с итальянскими коллегами. Вторая часть содержала информацию о маркетинговой активности ООО «БДР Термия Рус», совместной рекламе с партнёрами, социальных проектах и акциях.

В рамках встречи Андрей Фомин, руководитель продуктового направления, презентовал

новинку 2017 года — бойлер UBT и анонсировал новый продукт — систему удалённого управления котлом ZONT-H1B. В рамках нового видеопрокта партнёрам были продемонстрированы видеоролики о продуктах, холдинге и заводе.



Коммерческий директор De Dietrich Алексей Мишуков представил результаты работы в первом полугодии 2017 года и рассказал о составляющих уникальности бренда De Dietrich. Презентация содержала информацию о развитии бизнеса в связи с переходом на работу через торговую компанию ООО «БДР Термия Рус», были озвучены стратегические цели De Dietrich в России.

Особый интерес вызвал информационный блок, представленный Юлией Зуевой, специалистом отдела маркетинга и рекламы ООО «БДР Термия Рус». Основная тема была посвящена цифровому маркетингу, комплексу мероприятий в части работы с онлайн-инструментами: продвижению в социальных сетях, интернет-проекту «BAXI клуб», новому мобильному приложению для монтажников, интернет-сайтам и т.д.

## Timberk

### Водонагреватели серии Limerence



Компания Timberk этим летом предложила покупателям новую серию электрических накопительных водонагревателей — Limerence. Серия Limerence по своей форме имеет некоторое сходство с внутренним блоком кондиционера воздуха, отличаясь от него по цвету — водонагре-

ватель не монолитно белого цвета, а имеет акцентные вставки чёрного цвета. Корпус выполнен из термостойкого пластика. Объём водонагревателя — 30 л. Все настройки водонагревателя отражаются на большом LED-дисплее: текущая и установленная температура воды, зимний или летний режим нагрева, установленный таймер (утренний или вечерний) и прочие установленные режимы работы. Одна из особенных функций, которой обладает этот умный водонагреватель, — это самообучающаяся программа, которая автоматически подстраивается под привычный режим использования (температура, время нагрева воды).



## «Электротест Инжиниринг»

### Контроллер Optimus 912 с интеллектуальным алгоритмом



Контроллер автоматики Optimus 911, несколько лет бывший флагманским продуктом компании «Электротест Инжиниринг» и воплотивший в себе прорывные технологии и разработки, заслужил признание сотен пользователей по всей Российской Федерации. Но время не стоит на месте, и компания создала новый контроллер — Optimus 912. В основе его лежит всё тот же интеллектуальный алгоритм. Функциональность Optimus 912 практически аналогична предшественнику, но добавлен ряд улучшений, которые призваны ещё больше облегчить работу монтажника и улучшить удобство использования. Компания «Электротест Инжиниринг» рекомендует приобретать их для проектов с повышенными требованиями к пользовательскому интерфейсу автоматики.

## Компания АДЛ

### «Грантор» для систем противопожарной вентиляции



Компания АДЛ сообщила о пополнении линейки шкафов управления «Грантор» новой серией для систем автоматической противопожарной защиты объектов различного назначения. Новые шкафы противопожарной вентиляции «Грантор» для систем дымоудаления и подпора воздуха подходят для управления приводами вентиляторов с асинхронными электродвигателями переменного тока с короткозамкнутым ротором. Конструктивные особенности новой серии: питание от сети переменного трёхфазного тока частотой 50 Гц с номинальным напряжением 380 В (или 220 В для модификации АЭП23, по запросу); компактные габариты — от 400×300×150 мм; проверка на обрыв силовых цепей двигателей вентиляторов; защита от несанкционированного доступа; перевод с ручного режима управления в автоматический с помощью ключа выбора режима; автоматическое управление электродвигателями по дистанционному НЗ сигналу «Пожар», коммутация 220 В; опробование индикации; визуальное отображение рабочего или аварийного состояния вентилятора, наличия питающей сети, состояния «Автоматика отключена» и другие особенности.

напряжением 380 В (или 220 В для модификации АЭП23, по запросу); компактные габариты — от 400×300×150 мм; проверка на обрыв силовых цепей двигателей вентиляторов; защита от несанкционированного доступа; перевод с ручного режима управления в автоматический с помощью ключа выбора режима; автоматическое управление электродвигателями по дистанционному НЗ сигналу «Пожар», коммутация 220 В; опробование индикации; визуальное отображение рабочего или аварийного состояния вентилятора, наличия питающей сети, состояния «Автоматика отключена» и другие особенности.

## Danfoss

### Инновации для систем высокого давления



Летом 2017 года компания «Данфосс» начала поставку на российский рынок водяных насосов, электромагнитных, обратных и регулирующих клапанов высокого давления, а также насосных станций на базе этих компонентов. Разработанная и запатентованная инновационная аксиально-поршневая технология позволяет создавать давление воды до 160 бар, недостижимое с помощью обычных центробежных насосов. Оно необходимо, например, в системах туманного пожаротушения, промышленного опреснения и очистки воды по технологии обратного осмоса, адиабатического охлаждения, поддержания влажности в теплицах и пылеудаления на деревообрабатывающих производствах, в жилых и офисных зданиях и пр. Ключевым продуктом линейки являются насосы высокого давления трёх типов: АРР для морской воды, РАН для водопроводной воды и РАНТ для воды высокой очистки.

Разработанная Danfoss аксиально-поршневая конструкция является новым решением в данной области. По сравнению с традиционными плунжерными такие насосы более лёгкие и компактные, экономичные (имеют КПД до 92%), позволяют работать на оборотах более 1800 мин<sup>-1</sup> и могут напрямую сопрягаться с электрическими или дизельными двигателями, практически не производят вибраций и не нуждаются в демпфировании.

## АВТОМАТИЧЕСКИЕ КОТЛЫ

# МОГУТ ВСЕ!



## СТАХАНОВ



## PELLET

## ЗАВОД ОТОПИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИКИ

Красноярск, ул. Калинина, 53А  
8-800-444-8000  
www.zota.ru



Uni-Fitt

## Узлы подключения радиаторов с байпасом Uni-Fitt

Бренд Uni-Fitt расширил ассортимент производимой радиаторной арматуры новыми узлами для панельных радиаторов с нижним подключением. Узлы с встроенным регулируемым байпасом предназначены для подключения отопительных приборов к однотрубным системам отопления.



Встроенные шаровые краны представленного решения позволяют производить монтаж/демонтаж радиаторов без слива теплоносителя из системы отопления. Узлы представлены в прямом и угловом исполнениях. Присоединение узлов Uni-Fitt выполнено под отопительные приборы с межосевым расстоянием 50 мм и с наружной резьбой 3/4" ЕК. Новинка производится в Италии.

## Первый центр Danfoss по технологии 3D-печати

Международный концерн Danfoss A/S 29 августа 2017 года открыл первый центр по изготовлению продукции по технологии 3D-печати в городе Норборг в Дании. 3D-печать является ключевой частью цифровой трансформации компании. Технология открывает большие возможности для конструкторов. Ускоряется процесс разработки прототипов новых видов продукции и решений и различных компонентов. Инженеры могут экспериментировать при создании лучшего дизайна и проверять производительность продукта.

Ветроэнергетика

## Плавающие ветротурбины стали реальностью

Этим летом пять ветровых турбин были отбуксированы в Северное море, где они станут первым в мире плавающим ветропарком. Турбины, построенные в Норвегии в этом году, доставлены через океан в Шотландию, где они начнут работать недалеко от побережья. Проект Hywind Scotland стоил в общей сложности £ 193 млн или \$ 253 млн. Ожидается, что он будет генерировать достаточную мощность для 20 тыс. домашних хозяйств, когда он начнет производить энергию в конце этого года, сообщает Statoil, норвежская государственная энергетическая компания. Проект Hywind Scotland — это яркий пример, когда идея, однажды отвергнутая как «сумасшедшая», оживает. Турбины могут свободно плавать на поверхности воды и будут удерживаться на месте якорями на морском дне. Длинные кабели транспортируют вырабатываемую электроэнергию на берег.

По материалам Российской ассоциации ветроиндустрии (РАВИ).

«Даици»

## FTXB-B: новые внутренние блоки мультисистем Daikin

Компания Daikin расширила модельный ряд внутренних блоков, совместимых с наружными блоками мультисистем MXS на хладагенте R410a. Новые настенные модели FTXB35/25B1V1 работают только в составе мультисистем и сочетают отличное качество и привлекательную цену. FTXB-B создаёт оптимальный комфорт. Уровень рабочего шума внутреннего блока очень низкий — от 22 дБ(А). Вентилятор блока имеет шесть скоростей вращения. Заслонка может быть зафиксирована в нескольких положениях. Активация функции «Комфортное воздухораспределение» переводит заслонки в положение, которое не допускает прямого попадания воздуха на находящихся в помещении людей. Элегантная плоская лицевая панель Daikin FTXB-B изготовлена из высококачественного пластика белого цвета.

«ЭВАН»

## Нагревательный модуль MEL с микропроцессором



Модуль MEL снабжён системой электронного регулирования и микропроцессорным регулятором температуры. Потребитель сможет в любое время: самостоятельно контролировать и изменять настройки, видеть значение температуры теплоносителя, выставлять значение гистерезиса, получать информацию в случае возникновения аварийной ситуации.

В августе в компании «ЭВАН» начались продажи уникального нагревательного модуля MEL с микропроцессором. Электрический нагревательный модуль MEL — это прибор, которым можно заменить стандартный ТЭН или дооснастить ёмкость, где собственный нагревательный элемент не предусмотрен. MEL можно подключить к следующим видам оборудования: водонагреватели косвенного нагрева Nibe Mega; теплоаккумуляторы BU, BUZ; теплоаккумуляторы Каукога; водогрейные приборы, в которых есть резьбовые патрубки с диаметром 1 1/4", 1 1/2" или 2". В отличие от обычных приборов, нагревательный мо-



## Датчики Electrotest ET-K и ET-A для систем вентиляции



Компания «Электротест Инжиниринг» разработала собственные датчики для систем вентиляции. Датчики Electrotest представлены двумя линейками: ET-K для измерения температуры воздуха в канале, ET-A для измерения температуры воды. Канальные датчики ET-K предназначены для измерения температуры в канале для систем с электрическим и водяным нагревом. Три модификации датчиков используют разные чувствительные элементы, но неизменно обеспечивают высокую точность измерения и скорость реакции. Датчики поставляются с крепёжным фланцем для монтажа в канале и с соединительным кабелем длиной 1 м. Гарантийный срок — два года. Датчики обратной воды ET-A предназначены для измерения температуры воды в трубопроводах систем с водяным нагревом. Три модификации датчиков используют разные чувствительные элементы, и выбор модификации датчика зависит от задач, стоящих перед автоматикой. Датчики поставляются с теплопроводной прокладкой, набором хомутов для монтажа и с соединительным кабелем длиной 1 м. Гарантийный срок — два года.

## Immergas

### Новая линейка конденсационных котлов от Immergas



Итальянская компания Immergas расширяет ассортимент газовых конденсационных котлов, представляя новую серию — Victrix Tera, которая адресована потребителям, нуждающимся в высоком качестве и простом управлении конденсационными котлами. Котлы Victrix Tera специально разработаны, чтобы соответствовать новым требованиям европейской Директивы по использованию энергии ErP, и имеют высокий класс эффективности. Компактные габариты и небольшой вес позволяют установить котлы Victrix Tera практически в любом месте дома. Линейка представлена тремя моделями — двухконтурными и одноконтурными, мощностью 24, 28 и 32 кВт. Основными достоинствами серии являются: теплообменник из нержавеющей стали; модуляция горелки от 18 до 100%; погодозависимая автоматика; функции просушки стяжки тёплого пола, автоматического стравливания воздуха и техобслуживания. На конденсационные котлы серии Victrix Tera действует расширенная гарантия — 5 лет.

## Kelvion

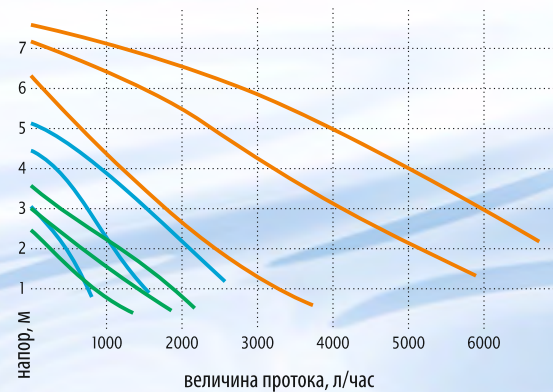
### Новые пластины Kelvion NW150L: высокая эффективность даже при работе с вязкими средами



Компания «Кельвион» дополнила свой продуктовый ряд пластинчатых теплообменников новыми пластинами серии NW150L для вязких сред и сред, содержащих включения. Пластины данной серии характеризуются более широким зазором по сравнению со стандартными пластинами серии NT, что обеспечивает эффективную термообработку продуктов даже при небольших перепадах давления при использовании в качестве рабочих сред вязких продуктов или жидкостей с включениями размером до 5 мм. Ширина канала пластин серии NW150L составляет 10 мм. Профиль рифления обеспечивает высокотурбулентное движение рабочей среды по всей ширине пластины, что снижает скорость её загрязнения. Система самопозиционирования пластин в пакете PosLoc существенно облегчает повторную сборку аппарата после проведения сервисных работ или производственного контроля. Система PosLoc обеспечивает оптимальную центровку пакета пластин, что увеличивает срок службы уплотнений, тем самым снижая эксплуатационные затраты на теплообменник «Кельвион».

## ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Напорные характеристики



- UPC 25(32)-40 eco
- UPC 25(32)-60 eco
- UPC 25(32)-80 eco

Дистрибьютор в России и СНГ:  
ИЦ «Баутерм» +7 (495) 665-00-00  
[www.bautherm.ru](http://www.bautherm.ru)

По вопросам сотрудничества:  
[info@unitherm.ru](mailto:info@unitherm.ru)

На правах рекламы.







«Импульс»

## Премиальные мембранные баки Wester Premium

Компания Импульс представила новую линейку мембранных баков для водоснабжения и геосистем с нержавеющими цельнотянутыми контрфланцами — Wester Premium. Контрфланцы из нержавеющей стали не подвержены коррозии и увеличивают срок службы мембранного бака, а также обеспечивают сохранение качества питьевой воды. Так как фланец не имеет никаких сварных соединений, риск возникновения протечек вообще сводится к нулю. Отработанная технология производства, качественные материалы и надёжные поставщики дают право увеличить гарантийный срок на мембранные баки Wester Premium до трёх лет. Баки прошли все испытания и получили наивысшую оценку от независимых экспертов. К категории «премиум» относятся все модели баков для геосистем WDV, а также баки для водоснабжения WAO (от 24 до 150 л) и WAV (от 8 до 150 л).

## Rifar ALP с нижним подключением

В ассортименте компании «Тайм» появилась новая модель радиаторов — Rifar ALP Ventil (нижнее подключение). Теперь популярную «тонкую» и компактную модель биметаллического радиатора можно устанавливать в системе с нижним подключением труб. Модель отопительного оборудования Rifar ALP — универсальный биметаллический радиатор. Имеет презентабельный внешний вид, стильный дизайн, компактные размеры и многообещающие показатели качества. И хотя он имеет небольшую секционную глубину, составляющую 75 мм, это совсем не влияет на его уровень теплоотдачи.

## «ГЕРЦ Инженерные системы»

### Новый компактный мембранный редуктор давления HERZ 2682



Компания «ГЕРЦ Инженерные системы» представила новый мембранный редуктор давления HERZ 2682. Он имеет компактное исполнение с прозрачной нижней частью корпуса для контроля степени загрязнения воды, что позволяет своевременно проводить его очистку. Редуктор давления защищает оборудо-

вание от высокого давления, под которым поступает рабочая среда (он понижает давление на входе до установленного уровня). Более низкое давление исключает возможность повреждения оборудования и снижает расход воды, что экономически выгодно.

Для бытового оборудования рекомендуется установить давление на выходе 4 бара, это обеспечит длительный срок службы оборудования. Установка давления на выходе отображается на шкале манометра. Размер аппарата — DN15–DN50; корпус — латунь CW626N согласно EN 12165; диафрагма — EPDM; пружина — пружинная сталь; шток — сталь; уплотнения — EPDM; фильтр — нержавеющая сталь; размер ячейки фильтра — 0,3 мм. Рабочие характеристики: максимальное давление на входе 16 бар; диапазон регулирования давления на выходе 1–6 бар; заводская настройка давления на выходе 3 бара; максимальная рабочая температура — 40 °С; минимальная рабочая температура — 0,5 °С.

## Viessmann

### Viessmann выпустила линейку устройств для улучшения качества воды



С августа 2017 года компания Viessmann вывела на российский рынок линейку устройств для очистки и умягчения воды. Системы водоподготовки Aquahome, Aquacarbon и Aquamix улучшают вкус и запах питьевой воды, удаляют из неё вредные примеси, а также защищают водопроводные трубы и присоединённые к ним компоненты, такие как водонагреватели и приборы подачи воды, от накипи.

Станции умягчения воды Aquahome удаляют соли жёсткости и предотвращают образование известковых отложений на бытовых приборах и сантехнике, устраняют микроорганизмы. Максимальный расход воды в разных моделях варьируется от 1,1 до 2,8 м<sup>3</sup>/ч в соответствии со сферами применения: от экономичных и компактных моделей для небольших квартир до решений для больших домовладений и коммерческих предприятий.

Фильтр с многофункциональной загрузкой Aquacarbon выполняет функции механической очистки, устранения неприятных запахов, улучшения вкуса и прозрачности воды. Устройство работает в автоматическом режиме, не требует обслуживания и обладает производительностью 3 м<sup>3</sup>/ч. Серия устройств Aquamix сочетает в себе функции умягчения и фильтрации, очищает воду от вредных примесей железа, марганца, аммиака, органических веществ. Максимальная пропускная способность составляет 1,2 м<sup>3</sup>/ч.



**BAXI**

## Новый аксессуар управления котлом ZONT H-1B



Компания BAXI представила новый аксессуар — систему удалённого управления котлом ZONT H-1B со встроенным GSM-модемом. Управление котлом возможно с любого телефона, планшета или ПК через бесплатные приложения для телефона или личный кабинет на сайте. В основной блок вставляется SIM-карта любого оператора, обеспечивающего устойчивый приём.

ZONT H-1B можно подключать к котлу вместо комнатного термостата и получить удалённое управление температурой помещения. При подключении к моделям BAXI, имеющим интерфейс OpenTherm, пользователь получает гораздо более широкие возможности управления котлом. Пользователь может задавать

несколько режимов отопления дома и одним нажатием на своём смартфоне выбрать нужный режим в данный момент. При помощи удобного графического интерфейса можно составить суточное и недельное расписание температуры в доме для наиболее оптимального расходования газа.

Общие возможности: поддержание заданной температуры в помещении по индивидуальному расписанию; контакт для подключения дополнительного датчика безопасности; установка до десяти датчиков температуры в разных помещениях; внесение в память устройства пяти мобильных телефонов для SMS-информирования о событиях; оповещение об аварии котла или отключения электричества; снижение потребления газа.



**KSB**

## Четырёхдюймовые скважинные насосы UPAchrom 100 из нержавеющей стали

В конце второго квартала 2017 года была выпущена новая серия погружных скважинных насосов UPAchrom 100 для применения в бытовом водоснабжении, системах орошения и полива, фонтанных установках и небольших системах понижения уровня грунтовых вод.

Насосы данной серии обеспечивают напор до 550 м и подачу до 21,5 м<sup>3</sup>/ч. Эффективность проточной части (гидравлики) соответствует требованиям европейской Директивы энергоэффективности ErP; индекс минимальной эффективности (MEI) более 0,40. Насосы UPAchrom имеют соответствующие сертификаты, разрешающие их применение на питьевую воду.

Все компоненты насоса изготавливаются из нержавеющей стали. Агрегаты имеют очень прочную конструкцию, могут перекачивать воду



с содержанием твёрдых веществ до 50 г/м<sup>3</sup>. Встроенный гидравлически оптимизированный обратный клапан предотвращает опорожнение напорной линии при остановке насоса. Это минимизируется ущерб, который может возникнуть вследствие обратного вращения насоса.

В качестве приводов служат погружные электродвигатели мощностью 7,5 и 18,5 кВт. За счёт саморегулирующихся упорных подшипников и мембраны с компенсацией давления не требуется техническое обслуживание. Оптимально подобранные промежуточные подшипники на каждой ступени насоса предотвращают возможную несоосность вала. Их специальная конструкция обеспечивает смазку поверхностей подшипников и установку насоса даже в наклонном или горизонтальном положении.



**Thermex**

## Новый Thermex Mechanik

Компания «Термекс» вывела на российский рынок новую серию плоских водонагревателей. Новый Thermex Mechanik — это эконом-вариант плоского водонагревателя с механическим управлением и двойным внутренним баком из нержавеющей стали. Помимо цены, производитель сделал ставку на следующие преимущества серии: возможность выбора трёх режимов энергопотребления (0,8; 1,2 и 2 кВт); механический терморегулятор, исключающий ошибки прошивки и сбои из-за скачков сетевого напряжения; повышенная гарантия на внутренний бак — семь лет. Серия представлена моделями 30, 50, 80 и 100 л. В компании «Термекс» отмечают, что из-за экономического кризиса сегмент плоских водонагревателей «просел» за последние два года. Однако при улучшении платёжеспособности населения рынок плоской нержавеющей стали, возможно, покажет рост.

## Модели датчиков качества Symaro

Новые датчики качества воздуха Siemens Symaro комнатного и канального исполнения контролируют содержание углекислого газа в воздухе, концентрацию CO<sub>2</sub> и температуру воздуха и применяются в адаптивных системах вентиляции и кондиционирования зданий. Основные отличия рабочих характеристик датчиков: диапазон измерения CO<sub>2</sub> — 0–2000 ppm; температура — 0–50 °C; погрешность CO<sub>2</sub> — ±60 ppm + 4% от измеряемого значения; для температуры ±0,5 °C.





Uni-Fitt

## Терморегулирующий встраиваемый узел Uni-Fitt

Бренд Uni-Fitt представил рынку очередную новинку — терморегулирующий встраиваемый узел Heatbox для тёплых полов. Изделие производится в Германии на одном из крупнейших заводов, оснащённом передовыми технологиями и оборудованием. Терморегулирующий встраиваемый узел Heatbox (арт. 466B0200) широко применяется на этапе создания систем напольного отопления в локальных небольших помещениях площадью не более 20 м<sup>2</sup> (оптимально 15 м<sup>2</sup>). Использование узла Heatbox полностью исключает наличие дополнительного циркуляционного насоса, что упрощает и удешевляет монтаж системы в целом. Узел Heatbox от Uni-Fitt представляет собой компактный встраиваемый блок глубиной 60 мм, состоящий из монтажного короба с декоративной крышкой и рабочего узла. Рабочий узел, выполненный из высококачественной бронзы, включает в себя следующие элементы управления параметрами системы напольного отопления: термостатический вентиль с термоголовой, клапан для удаления воздуха. Диаметр подключения к системе отопления — ¾" ЕК.

## Открытие «Ателье дизайн-радиаторов»

В прошлом месяце состоялось открытие проекта компании «МКТ Рус» — «Ателье дизайн-радиаторов» по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Уральская, д. 4. В шоу-руме представлены: множество образцов ретро-радиаторов, дизайн-радиаторов, конвекторов, а также дизайн-кондиционеры, ретро-проводка, люстры ручной работы. Особенность работы компании — подбор и декорирование радиаторов по индивидуальным параметрам интерьера.

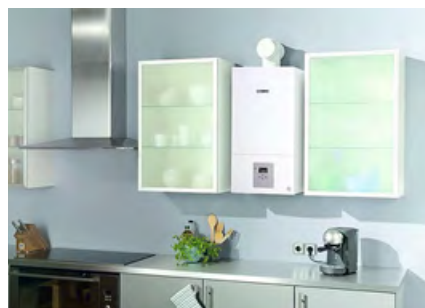
«Бош Термотехника»

## Газовый котёл Bosch GAZ 6000 с обновлённым интерфейсом



Настенные конвекционные котлы серии Bosch GAZ 6000 используются для ГВС и отопления квартир и жилых домов площадью до 350 м<sup>2</sup>. Они адаптированы к российским условиям эксплуатации, стабильно работают при перепадах напряжения (165–240 В) и давления газа (9–17 мбар), обладают низким уровнем шума — менее 36 дБ(А), малыми габаритами и небольшим весом. Котлы мощностью 12, 18, 24 и 35 кВт производятся на российском заводе Bosch в городе Энгельс Саратовской области по немецким стандартам качества. GAZ 6000 демонстрируют высокую производительность при меньшем расходе газа (КПД 93,2%), просты в монтаже и техобслуживании.

В России стартовали продажи настенного газового котла Bosch GAZ 6000 с обновлённым пользовательским интерфейсом. Цветовая гамма LCD-дисплея стала контрастнее и комфортнее для восприятия, а процесс управления настройками котла стал ещё проще. В частности, для установления требуемой температуры системы отопления и горячего водоснабжения вместо четырёх действий пользователю теперь требуется совершить всего два.



Valtec

## Комнатный беспроводной хронотермостат VT.AC707



Ассортимент автоматики Valtec пополнился беспроводным комнатным хронотермостатом — VT.AC707. Новинка состоит из двух элементов: самого термостата и приёмника управляющего сигнала, который переключает контакты встроенного реле при достижении заданной температуры. Термостат предназначен для дистанционного управления исполнительными механизмами внутренних инженерных систем зданий (сервоприводы, насосы, вентиляторы и пр.). Радиус действия — до 50 м. Тип переключающего реле — трёхконтактный, что позволяет применять исполнительные механизмы нормально открытого (НО) и нормально закрытого (НЗ) типа с напряжением питания как 220 В, так и 24 В.

Программирование хронотермостата осуществляется для каждого из дней недели посредством задания графика изменения температуры в течение дня. Пользователь может выставить шесть режимов автоматического поддержания температуры. Таким образом осуществляется возможность регулирования климата в помещении в соответствии с режимом жизни конкретных пользователей.

Хронотермостат VT.AC707 снабжён функцией защиты от замерзания, при реализации которой температура внутреннего воздуха поддерживается не ниже +5 °С. В режиме расширенных настроек доступна функция блокировки клавиатуры. Это весьма удобно для защиты системы от случайного вмешательства или для ограничения доступа детей. Радиохронотермостат можно применять в случаях, когда нет возможности прокладки проводов, либо если решение об использовании регулирования было принято уже после начала эксплуатации системы.

Geberit

## Швейцарский комплект Plattenbau для российского санузла



И ещё одна частая проблема. В обычной раме для крепления к задней стенке предназначены два специальных отверстия. А что если на пути крепёжной шпильки окажется препятствие в виде трубы? Приходится гнуть шпильку или городить специальную прочную конструкцию. Комплект Plattenbau предлагает простое и элегантное решение. Шпильки удлинены до 50 см — этого расстояния хватит для самой глубокой шахты. А специальная верхняя планка позволяет разместить крепления в зоне, удобной для монтажа, — там, где трубы не мешают. Так монтаж максимально упрощается и ускоряется. На комплекты Geberit Plattenbau предоставляется безусловная гарантия сроком на 10 лет: на саму раму, на механическую клавишу смыва и внутренние механизмы, включая уплотнительные прокладки.

Группа Geberit представила монтажный комплект Plattenbau («Платтенбау»), который разработан специально для установки в типовых санузлах российских многоквартирных домов. Он содержит всё необходимое, чтобы оборудовать туалет современным подвесным унитазом со скрытым смывным бачком. Специально для российского рынка специалисты компании Geberit разработали сантехнический комплект для монтажа подвесного унитаза в типовой сантехкабине. Существующие на рынке монтажные элементы плохо подходят для стандартной сантехкабины, поскольку в ней сразу за унитазом располагается глубокая шахта, в которой находятся трубы канализации и водоснабжения. Стандартный комплект крепления длиной 20 см оказывается слишком коротким.



## Grundfos презентует свои решения для компании IKEA

В августе концерн «Grundfos» принял участие в мероприятии Energy Efficiency Project, организованном посольством Дании в России для IKEA. Ведущие датские производители инженерного оборудования и материалов для строительства презентовали свои решения в области повышения энергоэффективности. Во время встречи «Grundfos» показал, за счёт чего можно снизить затраты IKEA на содержание своих российских торговых центров. В ходе мероприятия Иван Канарский, директор Департамента промышленного оборудования, провёл презентацию современных решений Grundfos на базе обновлённых электродвигателей MGE, энергоэффективность которых превышает все существующие стандарты и маркируется как IE5. При использовании насосов с двигателями класса IE5 сокращение затрат на электричество может достигать 10–15% по сравнению с оборудованием класса IE3, самого распространённого на сегодняшний день.

Помимо прямой экономии, использование современных средств мониторинга и управления позволяет существенно снизить расходы на эксплуатацию за счёт сокращения обслуживающего персонала, а также предотвратить различные аварии и внештатные ситуации или же существенно снизить их последствия. Кроме того, в ходе презентации решений «Grundfos» был рассмотрен вопрос проведения аудита насосных и энергетических систем с целью выработки стратегии глобального снижения энергозатрат IKEA.



Телефон горячей линии (бесплатно):  
8-800-100-21-21  
[www.wolfrus.ru](http://www.wolfrus.ru) [www.wolfbonus.ru](http://www.wolfbonus.ru)

НАСТРОЕН НА ТЕБЯ. **WOLF**

На правах рекламы.



СОБЫТИЕ



## Началось производство радиаторов- скамеек Purmo Bench в Подмосковье

В начале 2016 года стартовал совместный проект финской компании Purmo и российской студии промышленного дизайна по разработке новой эксклюзивной линейки продукции двойного назначения — радиаторов-скамеек Purmo Bench. Сегодня, спустя год инженерных изысканий, рынку представлен полностью адаптированный для эксплуатации в российских условиях продукт. Речь идёт о премиальном радиаторе, представляющем собой универсальную конструкцию, которая позволяет встроить трубчатый или панельный радиатор в каркас из стоек, а также в деревянную или каменную столешницу. В результате такие специфические помещения, как залы ожидания, рецепции, раздевалки, зоны водных видов спорта, прихожие и прочие получают уникальный отопительный прибор в виде скамьи с подогревом или тёплой барной стойки.

На сегодняшний день конструкторами совместного предприятия разработано порядка 350 артикулов коллекции Purmo Bench. Процессы сборки и комплектации осуществляются в производственном цехе площадью 400 м<sup>2</sup>, ещё 300 м<sup>2</sup> выделены для складирования сырья и готовой продукции.

Любая локализация производства в России нередко вызывает массу вопросов у потребителей, касающихся качества выпускаемой продукции. Purmo играет на опережение, отмечая, что сам радиатор — это давно зарекомендовавший себя на международном и российском рынках продукт. Он имеет эталонные для отрасли характеристики, поставляется с заводов Австрии, Германии и Польши. Его функциональная «оболочка» — консоли и столешница — это завершённый, прошедший контроль инженерами Purmo и утверждённый стандарт.

**Purmo Bench — премиальный радиатор, представляющий собой универсальную конструкцию, которая позволяет встроить трубчатый или панельный радиатор в каркас из стоек, а также в деревянную или каменную столешницу**

Каждый элемент отопительного прибора проходит первичную инспекцию на соответствие принятым в компании параметрам, после чего в нём прорезаются необходимые отверстия, производится обработка поверхностей, и деталь отправляется в покрасочный цех. Благодаря внедрению многоступенчатого контроля качества можно с уверенностью констатировать: Purmo Bench — это 100% продукт международного концерна Rettig.

Клиенты будут приятно удивлены сроками исполнения заказа, так как местное производство позволяет упростить логистику за счёт отсутствия необходимости решать множественные таможенные и экспортные вопросы, возникающие в случае ввоза товаров из-за рубежа. Продукция предприятия поставляется не только в Российскую Федерацию, но также в страны СНГ. Ведутся переговоры внутри концерна о поставках отечественных «скамеек с подогревом» на экспорт в Европейский союз. ●



# РАДИАТОРЫ С ПОДОГРЕВОМ СИДЕНИЙ



ЗАСТРАХОВАНО НА  
1`000`000 EURO



высота [мм]: от 450 до 550 | длина [мм]: от 600 до 2200 | глубина [мм]: 350  
возможно изготовление другой высоты, длины и глубины по индивидуальному заказу



Движущей силой, обогащающей ассортимент отопительных приборов «Purmo», является накопленный десятилетиями опыт, самые современные производственные линии и постоянные инвестиции в перспективные направления. Новинка 2017 года — роскошная линейка радиаторов двойного назначения PURMO BENCH, представляющая практичное сочетание радиатора и скамьи. В центре нового концепта от финской марки лежит принцип модульности, предлагающий широкий набор отопительных решений для зон отдыха и комфортного ожидания. «Радиатор-лавочка» способен обеспечить обогрев разнообразных помещений: от прихожих и гардеробных до вестибюлей, залов ожидания, поликлиник, МФЦ, а также учебных заведений, объектов спортивного и досугового направлений. Многоцелевой PURMO BENCH в специальном исполнении незаменим для помещений с бассейном. Для достижения идеальной гармонии сам радиаторный блок можно заказать в цвете RAL, а верхнюю скамью подобрать в одном из 24 вариантов благородного дерева.





## Юрий Нечепин: отопительный рынок увидел «свет в конце тоннеля»

Генеральный директор компании «Бош Термотехника» Юрий Нечепин в эксклюзивном интервью главному редактору журнала С.О.К. Александру Гудко поделился своими наблюдениями и анализом динамики изменений на рынке отопительного оборудования и дал некоторые прогнозы развития ситуации в этом сегменте российской экономики.



❖ Юрий Викторович, как бы вы кратко охарактеризовали сегодняшнюю ситуацию на российском рынке отопительного оборудования?

Ю.Н.: Кратко — появился «свет в конце тоннеля». И он быстро приближается к тем, кто движется вперёд, несмотря ни на какие экономические пертурбации. Ранее ситуация была иной. Последние три года были далеко не самые оптимистичные. А теперь начался рост рынка, виден существенный прогресс.

❖ Будем надеяться, что эта тенденция обеспечит хорошую прибыль.

Ю.Н.: Да, мы надеемся, что в этом году наконец-то появится ощутимый сезонный спрос. Если взять для примера хотя бы прошлый, позапрошлый годы, то мы наблюдали какой-то «пшик» в сентябре, иначе этот так называемый «всплеск спроса» назвать просто язык не поворачивался, а потом опять всё засыпало, словно наступала осень рынка, а не осень года. То, к чему мы уже попривыкли, — повышение потребительской активности в августе-октябре — в 2015–2016 годах, увы, перестало происходить.

❖ По официальным данным, за последние пять лет инвестиции Bosch в России составили 250 миллионов евро. Это говорит об уверенности высшего руководства компании в «обременённости на успех» бизнеса в России. Известны ли финансовые планы Bosch на ближайшие годы? Особенно интересны вложения непосредственно в производство.

Ю.Н.: Действительно, 250 миллионов евро было инвестировано глобальной группой Bosch в российский регион. Дальнейшее финансирование в расширение именно отечественного направления «Термотехника» однозначно будет. Инвестиции уже запланированы, они призваны стимулировать дальнейшее развитие российской производственной площадки.

**Появился «свет в конце тоннеля». И он быстро приближается к тем, кто движется вперёд, несмотря ни на какие экономические пертурбации. Теперь начался рост рынка, виден существенный прогресс**





●● Юрий Нечепаяев, генеральный директор компании «Бош Термотехника»

●● По отношению к предыдущим годам финансирование увеличится?

Ю.Н.: Да. Мы ежегодно расширяем производственную программу оборудования, производимого в России. То есть не только увеличивается количество уже выпускаемых продуктов, но и растёт их мощность, а также расширяется номенклатура изделий.

Например, в текущем году мы увеличили единичную мощность производимых в России промышленных котлов до 19 200 киловатт и начали изготавливать, помимо низкотемпературных водогрейных котлов, ещё и котлы на перегретой воде с рабочей температурой до 190 градусов Цельсия. Ранее котлы данного типа не производились в России, они поставлялись из Германии — с завода, расположенного в городе Гунценхаузене, Бавария.

Развивает Bosch и сегмент настенных котлов — глубина их локализации в нашей стране увеличивается, в частности, начато производство теплообменников для «настенников».

Как вам известно, в России, в городе Энгельсе, существует центр разработок, занимающийся созданием инновационной отопительной техники. Вне всякого сомнения, по мере появления свежих разработок и вывода этих продуктов на рынок мы будем развивать нашу производственную программу и в том числе инвестируем деньги в расширение мощности отечественных производств.

●● В связи с чем было принято решение производить в России котлы повышенной мощности — до почти 20 мегаватт? Российский рынок требует оборудования больше и дешевле?

Ю.Н.: Эта продукция чрезвычайно востребована нашим рынком. И спрос растёт. Мощные котлы применяются очень широко — в системах ЖКХ, на промышленных производствах. Сложно представить сферу в отечественной экономике, где не было бы востребовано это оборудование. Горячая вода, которая может быть использована как для отопления, так и для системы ГВС, пар и перегретая вода для технологических целей — они нужны повсеместно. Кроме того, надо принять во внимание тот факт, что в последние три года — после наложения санкций на Россию и ответного эмбарго — сельское хозяйство, а также отрасль переработки сельскохозяйственной продукции и производства продуктов питания развиваются в стране опережающими темпами. И в данных отраслях как раз без таких котлов не обойтись.







❖ **Мощное оборудование, о котором мы говорим, — это товарная позиция, обеспечивающая рост продаж. Судя по пресс-релизам, конденсационная техника — особенно новая — тоже в немалой степени этому способствует. Но цены на газ остаются невысокими, и жёстко экономить последний особой нужды нет. Что же служит двигателем продаж «конденсационников»?**

**Ю.Н.:** Общее падение рынка отопительной техники в Российской Федерации, которое мы наблюдали в течение последних трёх лет, связано прежде всего с кризисными условиями в нашей стране. При этом рынок конденсационных технологий, с нашей точки зрения, «падал» в значительно меньшей степени и сейчас чувствует себя лучше, чем рынок традиционного оборудования.

В то же самое время мы предлагаем современные устройства в рамках нашей новой концепции Titanium Line — это название серии котлов, которую мы вывели на рынок. Сама концепция заключается в том, что потребителю предлагается новая техника, которая имеет принципиально новый дизайн, внешность — Design and New Architecture. Это привлекательно, нравится заказчикам и отвечает тренду, который наблюдается во всём мире: дигитализация, изменение дизайна изделий в соответствии с развитием цифровых технологий. Наиболее ярким брендом, следующим в русле этой тенденции, является Apple. И нашу продуктовую программу Titanium Line условно можно назвать «айфоном отопительного рынка».

Второе, что заложено в нашу конденсационную технику, — это новая архитек-

тура (New Architecture), которая подразумевает принципиально новый подход к конструкции отопительного оборудования. Его отличительные черты — модульность, функциональность, быстрота и лёгкость технического обслуживания, удобное управление, интуитивно понятный для заказчика интерфейс. Тут же — высокая энергетическая эффективность (то есть очень высокий КПД) и возможность управления оборудованием дистанционно посредством интернет-технологий. К 2020 году вообще не будет ни одного котла, производимого компанией, который не будет иметь динамического IP-адреса, — такую цель поставила перед собой группа Bosch.

«Бош Термотехника» несёт потребителю новое. И именно поэтому, несмотря на общее падение рынка, потребители конденсационного оборудования оценили наш продукт. Его мы реализуем уже второй год, и за это время рост продаж практически удвоился.



❖ **А продажи в целом сегодня происходят более активно в промышленном или в бытовом сегменте?**

**Ю.Н.:** В 2016 году более уверенно чувствовал себя рынок бытового оборудования, потому что тот год был трудным ввиду отсутствия инвестиций в промышленность и строительство годом ранее. Для бытового сегмента он был тоже, конечно же, не из лёгких, но не настолько. В нынешнем, 2017 году, я вижу хорошую перспективу как раз для рынка промышленного оборудования, при этом надеюсь, что и рынок бытовой техники падение тоже не ждёт. Думаю, что спрос на последнем сохранится как минимум на уровне прошлого года. ●

24-26 ОКТЯБРЯ 2017

МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

# HEAT&POWER

2-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ПРОМЫШЛЕННОГО КОТЕЛЬНОГО,  
ТЕПЛОБМЕННОГО И ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ



Большой выбор оборудования  
для специалистов, отвечающих  
за бесперебойное  
теплоэнергоснабжение  
предприятий

- промышленное котельное оборудование
- теплообменное оборудование
- турбинное оборудование
- системы автономного энергоснабжения



Получите  
электронный билет  
[www.heatpower-expo.ru](http://www.heatpower-expo.ru)



Организатор  
Группа компаний ITE  
+7 (499) 750-08-28  
[heatpower@ite-expo.ru](mailto:heatpower@ite-expo.ru)

Официальный  
партнер



Стратегический  
партнер



Генеральный  
информационный партнер



Генеральный  
интернет-партнер







## Трубопроводные системы Giacomini

Компания Giacomini («Джакомини») располагает в Италии не только несколькими фабриками, на которых изготавливается латунная арматура различного назначения, но и заводом по производству полимерных труб. Этот базис позволяет Giacomini иметь в своём ассортименте настоящее изобилие труб и фитингов различных типов, обеспечивая самый широкий ассортимент трубопроводов для систем отопления и водоснабжения зданий.

Чтобы не быть голословными, перечислим типы трубопроводов и соединительных элементов, производимых компаниями Giacomini. Итак, трубы:

- из сшитого полиэтилена PE-X;
- из полиэтилена повышенной термостойкости PE-RT;
- полибутиленовые PB;
- полипропиленовые PP-R;
- металлопластиковые PE-X/AL/PE-X.

И фитинги:

- компрессионные (резьбовые) для полимерных и металлополимерных труб;
- компрессионные для медных труб;
- пресс-фитинги;
- быстрого монтажа — так называемые «пуш-фитинги»;
- резьбовые фитинги для металлических труб;
- полипропиленовые фитинги PP-R;
- переходники и адаптеры для подсоединения труб к запорной, регулирующей арматуре и коллекторам.

Giacomini исходит из принципа универсальности и совместимости, который отличает многие продукты компании и при производстве трубопроводных систем. Тот факт, что трубы типов PE-X, PE-RT, PB, PE-X/AL/PE-X могут использоваться с любыми резьбовыми, пресс- и пуш-фи-

тингами соответствующего размера, пораждает как монтажников, так и конечных клиентов.

Теперь нет необходимости для каждого типа трубы использовать только подходящий тип фитинга и наоборот — фитинги Giacomini не «привязаны» к определённому материалу трубы. Трубы PE-X и металлопластиковые могут быть смонтированы при помощи универсального пресс-фитинга Giacomini стандартным обжимным инструментом.

**Компания Giacomini исходит из принципа универсальности и совместимости и при производстве трубопроводных систем. Трубы PE-X, PE-RT, PB, PE-X/AL/PE-X могут использоваться с любыми резьбовыми, пресс- и пуш-фитингами соответствующего размера. Нет необходимости для каждого типа трубы использовать только подходящий тип фитинга и наоборот — фитинги Giacomini не «привязаны» к определённому материалу трубы**



### Система GX для многоэтажных зданий

Отдельно следует отметить новую систему, получившую обозначение GX (Giacomini eXpansion). В её основе — трубы из сшитого полиэтилена PE-X, латунные фитинги с особым профилем и монтажные кольца из технополимера. Монтаж производится за счёт расширения трубы с установленным на нём полимерным кольцом, которое после установки фитинга сжимается за счёт эффекта «памяти формы» и в течение одной минуты обеспечивает надёжное соединение. Система GX имеет рабочее давление 10 бар для всех классов эксплуатации, включая 5-й (рабочая температура до 90 °С), и 50-летний расчётный срок эксплуатации. Пригодны для питьевой воды. Такие показатели позволяют без ограничений применять данные трубопроводы в системах отопления и водоснабжения многоэтажных и высотных зданий.

Преимуществом системы GX является быстрый монтаж всего за одну операцию (при этом требуется всего один инструмент), а также высокие параметры прочности — испытание системы избыточным давлением в разных режимах показали её превосходство над подавляющим большинством аналогичных систем.

К плюсам системы GX также следует отнести её невысокую стоимость.



Причём в одной системе отопления можно применить трубы PE-X и PE-RT, не меняя системы соединения, а в местах, где затруднено использование монтажного инструмента, возможно установить push-фитинги. И всё это в рамках одного дома, одной системы! А насколько проще клиенту, который покупает трубу и фитинги для ремонта...

Достаточно просто приобрести продукцию Giacomini, не задумываясь больше — «совпадут» ли труба и соединители!



### Трубопроводы Giacomini на базе полимерных или металлополимерных труб и латунных фитингов обладают всеми преимуществами, которые свойственны этим современным материалам

Трубопроводы Giacomini могут использоваться в системах отопления и водоснабжения многоэтажных зданий и широко применяться в индивидуальном строительстве.

Трубы Giacomini устанавливаются в системы напольного отопления жилых, общественных и промышленных помещений, в системы снеготаяния и подогрева грунта. Трубопроводы Giacomini на базе полимерных или металлополимерных труб и латунных фитингов обладают всеми преимуществами, которые свойственны этим современным материалам, такими как: малый вес, простой монтаж универсальными инструментами, высокая

гибкость, отсутствие коррозии и отложений на внутренней поверхности труб, малая теплопроводность и увеличенная шумоизолированность, высокая температурная стойкость и прочность по давлению, а также длительный срок службы.

Вкупе с широчайшим выбором типоразмеров труб и фитингов это делает продукцию Giacomini действительно универсальным решением для самых разнообразных задач. ●

### Пресс-фитинги Multipress («Мультипресс»)

Multipress — система универсальных пресс-фитингов Giacomini, предназначенных для монтажа трубопроводов из сшитого полиэтилена PE-X, полибутилена PB, полиэтилена PE-RT, а также металлопластиковых труб. Один и тот же фитинг может использоваться со всеми перечисленными выше типами труб. Особенностью фитингов серии Multipress является тот факт, что для их обжатия можно использовать пресс-инструмент с различным профилем: TH, H и U, что дополнительно повышает универсальность соединительных элементов Giacomini.





## О технологии одновременной укладки насыпи автодороги и ВПТ из ТПСС в ней

Ранее нами были рассмотрены [1–5]: стандартизированные требования к трубам для водопропускных трубопроводов (ВПТ), соответствие этим требованиям труб из полиолефинов со структурированной стенкой (ТПСС), новые подходы к их выбору по внутренним диаметрам и кольцевым жёсткостям, а также траншейная укладка в насыпях. Рассмотрение вопросов их прокладки одновременно с возведением насыпей должно позволить откорректировать соответствующим образом используемые в настоящее время технологии строительства водопропускных сооружений в насыпях автомобильных дорог.

**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»

Результаты теоретических исследований [6], лабораторных стендовых испытаний, опытов на центрифуге НИИОСФ [7] и натурных наблюдений [8] позволили вначале показать влияние земляных работ на качество полимерных трубопроводов со сплошной стенкой [9], а затем и успешно использовать в технологии траншейной прокладки трубопроводов из труб из полиолефинов со структурированной стенкой [10] научные представления о том, что конструктивные и деформативные особенности ТПСС сочетаются в системе «грунт — полимерная труба» и показывают напряжённо-деформированное состояние самотёчных гибких трубопроводов в зависимости от ряда факторов: геометрических показателей труб, размеров зон  $Z_i$  (рис. 1) и параметров находящихся в этих зонах грунтов.

В качестве главных в существующих математических моделях, описывающих работу систем «грунт — гибкая труба», приняты: кольцевая жёсткость  $SN$  для ТПСС и модуль деформации  $E_{тр}$  — характеристика линейной связи между приращениями давления на грунт и его деформациями — для грунтов. Геометрия показанных зон изначально определяется видом укладки водоотводящих трубопроводов из ТПСС в грунтовой массив, а качество грунта — местными условиями и способами его засыпки в процессе монтажа трубопровода конкретного наружного диаметра  $D_n$  с конкретной толщиной стенки и с конкретной кратковременной кольцевой жёсткостью  $SN$ . Грунтовая засыпка вокруг водоотводящих трубопроводов из ТПСС не только влияет на капитальные и трудовые затраты, но и во многом определяет их долговечность при эксплуатации. Это объясняется тем, что ТПСС являются гибкими. Под действием вертикальной нагрузки от грунта и транспорта они сжимаются, образуя в поперечном сечении эллипс. При этом

**Геометрия показанных зон изначально определяется видом укладки водоотводящих трубопроводов из ТПСС в грунтовой массив, а качество грунта — местными условиями и способами его засыпки в процессе монтажа трубопровода конкретного наружного диаметра с конкретной толщиной стенки и с конкретной кратковременной кольцевой жёсткостью**

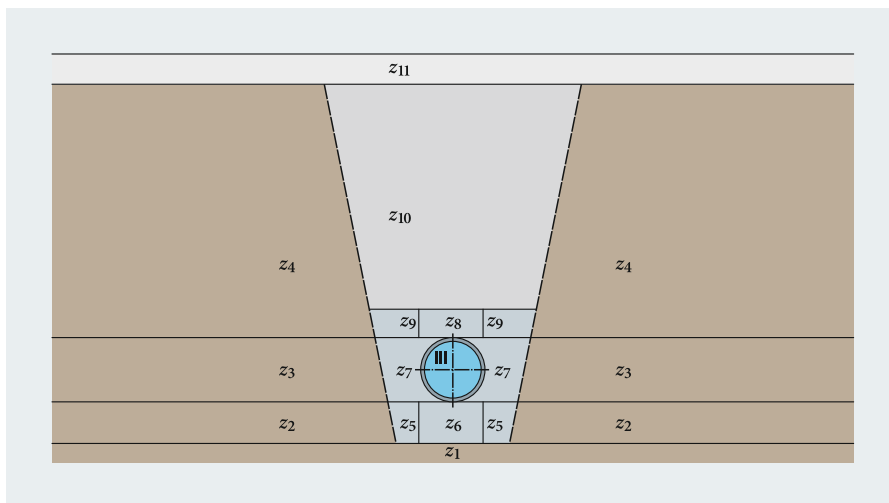
возникает боковой отпор грунта, который препятствует оваллизации поперечного сечения ТПСС. Более того, вертикальное давление на верхнюю часть гибкой трубы уменьшается благодаря образованию над ней грунтового свода. Сжатие водоотводящих трубопроводов из ТПСС грунтом происходит как бы в три стадии.

Первая стадия — сжатие ТПСС развивается при засыпке. Темп и величина такого сжатия зависят от характеристик конкретных труб, вида исходного грунта, степени уплотнения пазух (зона  $Z_7$ ), а также давления верхних слоёв грунта на трубу, что связано с глубиной заложения.

Вторая стадия — сжатие ТПСС происходит в процессе стабилизации грунта под воздействием, например, вибрации от транспорта, движущегося над трубопроводом. Темп и величина сжатия зависят от нагрузки (глубины заложения и вида транспорта) на трубопровод и угла его опирания на дно траншеи в зоне  $Z_6$ .

Третья стадия — сжатие ТПСС происходит одновременно с дальнейшей (иногда очень продолжительной) стабилизацией грунта (особенно связного) вокруг трубопровода. Продолжительность стабилизации модуля деформации грунта  $E_{тр}$  существенно зависит от напряжений в грунте, создаваемых нагрузками от вышележащих слоёв грунта, и находяще-





⚡ **Рис. 1.** Условные зоны  $Z_1-Z_{11}$  траншеи, определяющие прочностное поведение водоотводящего трубопровода из ТПСС при траншейной прокладке

гося над трубопроводом временно либо постоянно транспорта. Изменение модуля упругости полиэтилена (полипропилена)  $E_0$ , который при определённых растягивающих напряжениях в стенках труб может уменьшаться с течением времени с различной степенью интенсивности, также удлиняет процесс стабилизации системы «грунт — труба из полиолефина». При назначении допустимой деформации  $F$  (5%) для ТПСС учитывают начальные деформации  $F_0$ , образуемые при транспортировке и складировании, и деформации, происходящие в процессе укладки труб  $F_m$ , а также в процессе дальнейшей эксплуатации самотёчного трубопровода  $F_v$ .

Анализ действующих нормативов и многочисленных литературных источников по устройству водопропускных труб (в нашем изложении — это водопропускные трубопроводы) из различных материалов [11–13] (стали, железобетона и полимерных композитов) в насыпях автомобильных дорог позволяет использовать, с полным на то основанием [5], аналогичный траншейной прокладке ВПТ из ТПСС подход и к технологии одновременной укладки насыпи автодорог и ВПТ из ТПСС в ней (рис. 2).

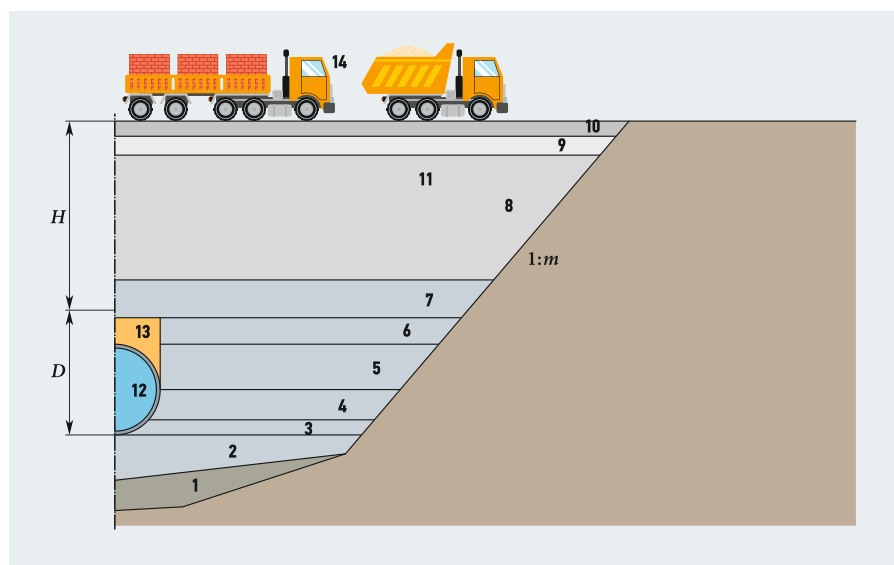
Строительно-монтажные работы по сооружению водопропускных трубопроводов из труб из полиолефинов со структурированной стенкой с одновременным возведением насыпей автодорог должны производиться по утверждённому проекту производства работ (ППР), составленному на основании рабочих чертежей на все виды работ, и, кроме того, в ППР должны быть предусмотрены мероприятия, не допускающие скопления воды вблизи оголовков во время эксплуатации ВПТ из ТПСС.

Одновременное сооружение насыпи и ВПТ из ТПСС в ней при отрицательной температуре воздуха, а также при положительной температуре воздуха и наличии вечномёрзлых грунтов должно производиться в кратчайшие сроки без перерыва. При постройке ВПТ из ТПСС на вечномёрзлых грунтах следует выполнять его прокладку и сооружение насыпи вокруг него по возможности в конце зимы или весной.

При прокладке ВПТ из ТПСС в насыпи целесообразно придерживаться следующей технологии. Начинать строительно-монтажные работы следует с закрепления трассы ВПТ на поверхности земли, в пределах будущей насыпи автодороги. Далее следует снять вдоль трассы ВПТ плодородный слой на полосе шириной не менее  $2D_H$  и не менее 4 м и не до-

пускать уничтожения мохорастительного покрова. Затем необходимо устроить соответствующее основание для укладки на него ТПСС. После этого разместить на нем ТПСС и собрать из них ВПТ. После его выравнивания в вертикальной плоскости по уклону, как правило, параллельно уклону местности, на которой возводится насыпь, и в горизонтальной плоскости так, чтобы смещения от продольной оси не превышали бы  $0,25D_H$ . А далее следует приступить к обустройству вокруг ВПТ из ТПСС грунтовой обоймы (призмы) до уровня горизонтального диаметра, качество которой в сочетании с кольцевой жёсткостью ТПСС и будет определять долговечность ВПТ. До приёмки скрытых работ запрещается производить последующие работы (например, размещение ТПСС на непригодную грунтовую подушку или засыпку собранного ВПТ с неприкрытым освидетельствованием соединения ТПСС между собой).

На время строительства необходимо обеспечить беспрепятственный отвод поверхностных вод и полностью исключить возможность проезда транспорта и строительных машин вне подъездных дорог. Проезд над ВПТ строительных машин допускается при толщине грунтового слоя (в плотном теле) над верхом ТПСС  $1,0D_H$  с нагрузкой на ось до 100 кН, при  $1,5D_H$  — 110–200 кН, при толщине слоя не менее  $2D_H$  — с нагрузкой на ось 210–500 кН. Если проектом предусмотрена меньшая толщина засыпки, то для пропуска строительных машин над ВПТ из ТПСС в месте их проезда необходимо досыпать грунт до указанных толщин.



⚡ **Рис. 2.** Условные зоны в прогале, определяющие прочностное поведение ТПСС при одновременной укладке насыпи и ВПТ в ней (1 — материк; 2 — основание; 3 — нулевой слой; 4 — зона бокового отпора; 5 и 6 — промежуточные зоны; 7 и 8 — зоны, допускающие уплотнение грунта тяжёлыми уплотняющими машинами; 9 — дорожная подоснова; 10 — асфальтовое покрытие; 11 — насыпь; 12 — ТПСС; 13 — защитная зона; 14 — грузовик;  $D$  — диаметр ТПСС;  $H$  — глубина заложения ВПТ;  $1:m$  — крутизна откоса)





ТПСС с завода на притрассовый объект (полигон) следует по возможности доставлять без промежуточных перегрузок. На полигонах должны быть организованы площадки для складирования ТПСС, средств малой механизации (СММ) для выполнения соединений, сборок трубных плетей (секций) из них, с которых они будут доставляться на трассу. Складирование должно обеспечивать удобство строповки и осмотра ТПСС, в том числе уложенных в штабеля с применением деревянных прокладок; в штабель следует укладывать количество рядов, указанных в рекомендации производителей. Полигоны следует размещать из расчёта доставки автотранспортом или тракторами на трассу готовых трубных плетей (секций). При перевозке необходимо принимать меры против их повреждения, предотвращения на них деформации стенок (на ТПССНП) и гофр (на ТПССЗП). Погрузку и разгрузку ТПСС и трубных секций из них следует производить с применением специальных строп и траверс, учитывая при этом рекомендации производителей. Запрещается сбрасывать элементы ВПТ с транспортных средств. ТПСС и трубные секции из них разрешается перекатывать по горизонтальной площадке. Погрузку ТПСС на автомашины и разгрузку их следует осуществлять автомобильным краном, а строповку производить пеньковым канатом или тросом с прокладкой из брезента или другого материала, исключая возможность их повреждения.

Устройство естественного основания, в том числе с заменой грунта, должно включать комплекс работ, который необходимо выполнять для обеспечения равномерного и надёжного опирания ВПТ из ТПСС на грунт, уплотнённый не ме-

нее чем до 0,95 максимальной стандартной плотности. При устройстве песчаной подушки на естественном основании или на подготовленном грунтовом основании (при замене грунта), грунт подушки также подлежит уплотнению не менее чем до 0,95 максимальной стандартной плотности. Работы по подготовке основания включают: вырезку котлована на глубину замены кондиционным грунтом; транспортировку и укладку кондиционного грунта и грунта подушки; уплотнение грунта (грунтоуплотняющими машинами или виброкатками) естественного основания и подушки для размещения ТПСС; устройства подушки с применением экскаваторов или экскаваторопланировщиков; нарезку ложа под трубу приспособленным для этой цели автогрейдером, оборудованным специальным профильным ножом или бульдозером с аналогично оборудованным отвалом.



Грунт подушки основания следует отсыпать в котлован и уплотнять слоями толщиной не более 0,5 м и не менее чем за два прохода по одному следу. При уплотнении грунта пневмошинными катками толщину слоя следует принимать не более чем 0,3 м. После уплотнения подушки следует отсыпать нулевой слой грунта и уплотнить его, используя те же машины и ту же технологию, что и при устройстве подушки.

Если ТПСС размещают непосредственно на подушку, то поверхности подушки придаётся требуемый строительный подъём для грунта (СПГ). Строительный подъём также может использоваться и непосредственно для ТПСС с целью придания её поперечному сечению контровализации — обратной овализации, которая будет происходить при последующей эксплуатации ВПТ. Правильность строительного подъёма контролируется нивелировкой не менее чем в трёх точках: под осью пути и на входе в ВПТ и на выходе из него.

Если проектом предусмотрена отсыпка нулевого слоя грунта на предварительное уплотнённое основание, то последнее в этом случае должно быть уплотнено на ширине не менее  $2D_n$  и не менее 4 м в каждую сторону от ВПТ в свету (для однорядной их прокладки) и то же самое от крайних ВПТ — при многорядной. Аналогичную ширину должны иметь и грунтовые обоймы, утраиваемые вокруг ВПТ из ТПСС.

Предварительную планировку поверхности отсыпки выполняют бульдозером на пневмошинах за один-два прохода по одному следу. Эту работу выполняют поперечными и продольными проходами на второй рабочей скорости, начиная от



торцов насыпи (со стороны оголовков) с постепенным перемещением к её середине и с перекрытием предыдущего слоя на 0,5–0,8 м. Использование бульдозера на гусеничном ходу не допускается.

При устройстве основания, когда в нём необходима вырезка ложа под ВПТ из ТПСС, её следует производить автогрейдером, оборудованным профилированным ножом, или начерно бульдозером с последующей отделкой вручную по шаблону с радиусом криволинейной кромки, равным радиусу поперечного сечения ТПССЗП по средней линии гофров, с отклонениями не более 3 см.

После установки ТПССЗП (трубную плеть) в проектное положение на профилированное ложе следует перед устройством грунтовой обоймы произвести подсыпку грунта в зазоры между поверхностью её нижней части и грунтовым ложем. Затем уплотнить грунт бензиновыми, дизельными или электрифицированными трамбовками (на расстоянии не ближе 5 см от гребней гофров) с последующей подштыковкой штычками либо черенком лопаты во впадинах гофров.

Нулевой слой грунтовой обоймы непосредственно возле ТПСС следует уплотнять виброкатками за один-два прохода уплотняющей машины вдоль ВПТ; в случае использования для уплотнения грунта обоймы пневмокатков до уплотнение нулевого слоя возле их стенок следует производить ручными трамбовками или виброплитами.

Если ВПТ располагают на плоское основание, то подсыпка грунта в его нижние четверти должна сопровождаться уплотнением трамбовками или виброплитами с подштыковкой (штычками, черенками лопаты) до охвата ТПСС грунтом не менее чем на 120°; последующее уплотнение грунта возле него производят так же, как при спрофилированном ложе.

При устройстве основания в зимнее время для замены грунта основания и устройства подушки разрешается применять только талый (сухой или сухомёрзлый несмёрзшийся) грунт и уплотнять его трамбуемыми машинами по мере отсыпки, не допуская смерзания в рыхлом состоянии.

При выборе уплотняющего механизма следует учитывать необходимость тщательности уплотнения грунта, помещаемого в обойму по всей её ширине, включая откосную часть.

Монтаж ВПТ из ТПСС рекомендуется производить «с колёс» сразу в проектное положение или из трубных плетей в тех случаях, когда имеется возможность их доставки на трассу автотранспортом или



тракторами и последующее размещение по месту краном. Длину трубных плетей следует назначать исходя из заданных проектных длин ВПТ, причём рекомендуется принимать их не более 10 м.

Сборку ВПТ из ТПСС следует осуществлять согласно монтажной схеме, определяемой в ППР. Монтажная схема должна предусматривать: порядок установки ТПСС для соединения между собой, порядок перевозки, укладки на основание и объединения трубных плетей, рекомендации по использованию средств малой механизации.

**После установки ТПССЗП в проектное положение на профилированное ложе следует перед устройством грунтовой обоймы произвести подсыпку грунта в зазоры между поверхностью её нижней части и грунтовым ложем. Затем уплотнить грунт бензиновыми, дизельными или электрифицированными трамбовками с подштыковкой штычками либо черенком лопаты во впадинах гофров**

ППР должен учитывать особенности размещения ТПСС в проектное положение в зависимости от верхнего очертания подушки под ВПТ. При спрофилированном основании ТПСС (трубные плети) следует устанавливать краном сразу в проектное положение и объединять на месте. При основании, спланированном без устройства ложа, допускаются производить сборку ТПСС между собой рядом с проектной осью с последующей накат-

кой получаемой части ВПТ в проектное положение.

*[Особенности сборки ТПСС между собой посредством различных соединений (раструбных и муфтовых с резиновыми, кольцами, винтовыми с герметиками, сварными НИ и ЗН, бандажными и др.) при устройстве водопропускных трубопроводов в насыпях автодорог могут быть рассмотрены авторами, в случае заинтересованности широкой научно-технической общественности и, естественно, редакции, в следующих статьях.]*

Монтаж ВПТ с монолитными или сборными оголовками должен начинаться со сборки фундаментной части низового оголовка с последующей укладкой ТПСС (трубной плети) и завершением устройства оголовков. (Особенности устройства оголовков на ВПТ из ТПСС в насыпях автодорог также могут быть рассмотрены авторами, в случае заинтересованности широкой научно-технической общественности и, естественно, редакции, в следующих статьях.)

Монтаж ВПТ из ТПСС (трубных плетей) следует осуществлять на спланированном основании либо рядом (вблизи проектной оси трассы). Для производительной и качественной сборки между собой их укладывают на деревянные бруссы, которые после завершения процесса удаляются из-под ВПТ.

При строповке трубных плетей, которые в проектное положение следует устанавливать, как правило, краном, должны быть приняты меры, исключающие возможность повреждения гофр ТПССЗП и поверхности ТПССНП. Рекомендуется выполнять строповку с прокладками из дорнита либо другого какого-либо прокладочного материала.



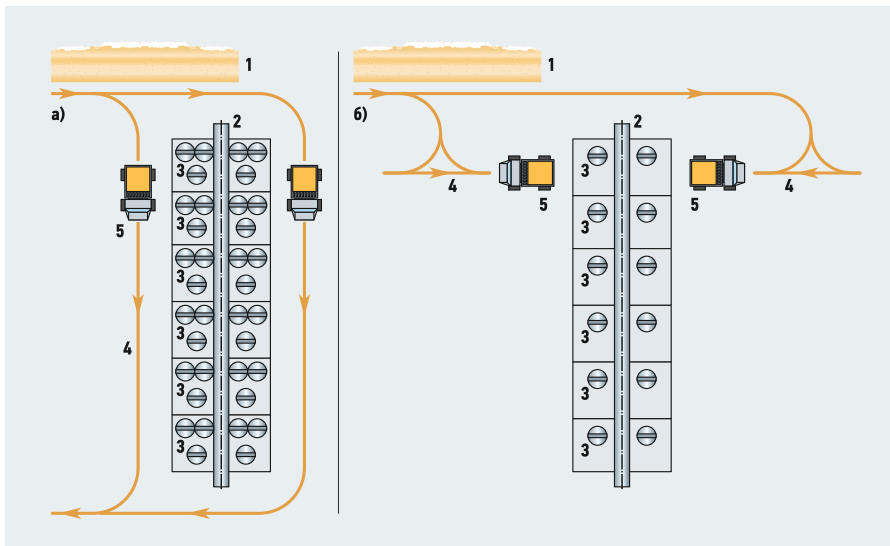


Рис. 3. Схемы движения механизмов отсыпки и уплотнения при устройстве обоймы вокруг ВПТ (а — при засыпке в прогалах насыпи; б — при свободном подъезде; 1 — карьер; 2 — ВПТ; 3 — последовательность; 4 — путь; 5 — самосвал)

ВПТ из ТПСС должен быть заключён в грунтовую обойму, устройство которой выполняется в едином технологическом процессе с его засыпкой до проектной отметки. Устройство грунтовых обойм вокруг ВПТ из ТПСС следует вести с опережением возведения земляного полотна. Необходимость оставления в насыпях прогалов для строительства ВПТ из ТПСС должна быть обоснована в проекте организации строительства (ПОС), при этом ширину прогала (в свету) пониже следует назначать из расчёта обеспечения расстояния между основанием откоса насыпи и стенкой ВПТ на уровне горизонтального диаметра не менее  $2D_a$  и 4 м.

Для устройства грунтовой обоймы вокруг ВПТ из ТПСС следует использовать грунты: пески мелкие, средней крупности, крупные, гравелистые, щебенисто-галечниковые и дресвяно-гравийные грунты, не содержащие обломков размером более 50 мм, которые не должны содержать более 10 % частиц размером менее 0,1 мм, в том числе более 2 % глинистых размером менее 0,005 мм. Отсыпка грунтовой обоймы с использованием глинистых грунтов, пригодных для возведения насыпей (при высотах последних над шельгой свода до 8 м), допускается в районах, где исключается возможность процессов пучинообразования на автомобильных дорогах не выше III категории — при наличии соответствующего технико-экономического обоснования (ТЭО). Степень уплотнения грунта в обойме ВПТ должна быть не ниже 0,95 максимальной стандартной плотности.

Процесс устройства грунтовой обоймы должен включать следующие виды работ: транспортировку грунта из карьера

или резерва автосамосвалами или скреперами; разгрузку грунта рядом с трассой на расстоянии не ближе 1 м от стенок ТПСС; разравнивание грунта бульдозером слоями заданной толщины одновременно с обеих сторон ВПТ; последующее уплотнение грунта грунтоуплотняющими машинами на расстоянии около 1 м от стенки ТПСС в уровне горизонтального диаметра, а в непосредственной близости от них — ручными механизированными трамбовками с подштыковкой грунта в их гофра; контроль плотности засыпки.

При отсыпке насыпи совместно с обоймой засыпку ВПТ из ТПСС следует вести одновременно с обеих его сторон наклонными слоями (уклон не круче 1:5), толщина которых должна назначаться в зависимости от грунтоуплотняющих средств: свалов и скреперов с въездом и съездом со стороны откосов насыпи; 0,3–0,5 м — при применении грунтоуплотняющих машин виброударного

действия для стеснённых условий с одним или двумя рабочими органами и дизель-трамбовочной машиной; 0,2 м — при использовании пневмокатков массой 25–30 т; 0,15 м — при применении ручных электротрамбовок. Особое внимание следует уделять уплотнению грунта у стенок ТПСС и в гофра, при этом электротрамбовки следует располагать на расстоянии 5 см от гребней гофров.

Отсыпку грунта в прогалах во всех случаях необходимо производить слоями и начинать её от ВПТ из ТПСС по всей длине. Здесь можно использовать бульдозеры, перемещая ими грунт, специально доставленный для этой цели и уложенный на насыпи с обеих сторон от водопропускного трубопровода.

Отсыпку грунта, доставляемого из карьеров, следует производить с въездом и съездом со стороны откосов насыпи (рис. 3а), с разворотом перед ВПТ и подачей самосвалов для разгрузки задним ходом вдоль оси насыпи (рис. 3б) или же с их кольцевым движением.

Засыпать ВПТ из ТПСС необходимо послойно в такой последовательности. Грунт укладывают одновременно с обеих его сторон и разравнивают бульдозером. После уплотнения слоя грунта с одной его стороны производят отсыпку второго слоя, а с другой стороны — уплотнение грунта. В таком же порядке осуществляются отсыпка и уплотнение всех последующих слоёв до верха ВПТ.

Уплотнение каждого слоя грунта, если оно производится при движении машин вдоль ВПТ, следует начинать с удалённых от него участков и с каждым последующим проходом приближаться к его стенкам. Уплотнение грунта непосредственно у стенок допускается только тогда, когда с противоположной стороны ВПТ уже отсыпан слой грунта этого же горизонта по всей его длине.

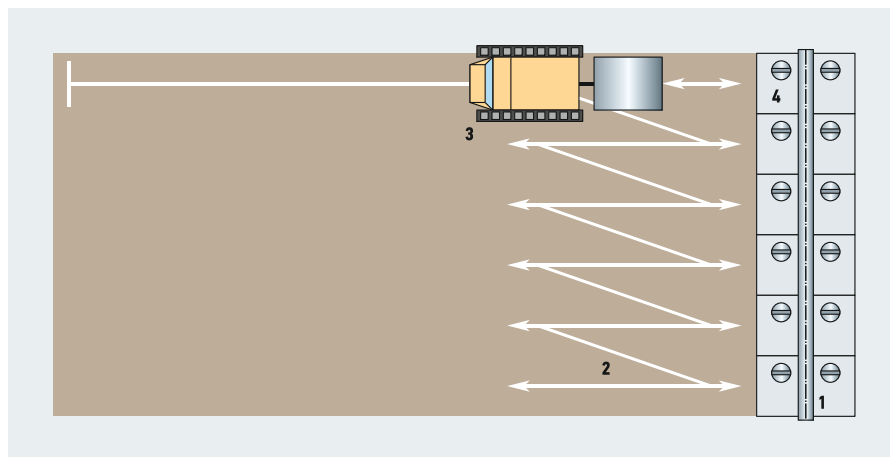
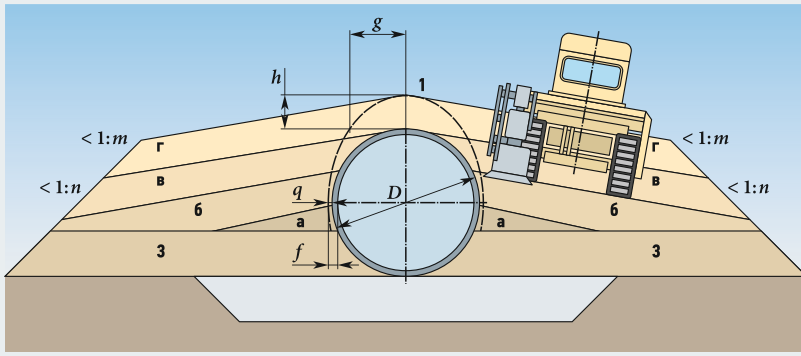


Рис. 4. Схема уплотнения грунта, расположенного выше горизонтального диаметра ТПСС, челночным способом (1 — ВПТ из ТПСС; 2 — путь; 3 — виброударная машина; 4 — слои грунта; стрелки показывают перемещение машины «туда/обратно»)



⚡ **Рис. 5.** Технологическая последовательность и схема послойного уплотнения грунта засыпки вокруг ВПТ из ТПСС виброударной машиной для стеснённых условий (1 — контур максимального приближения уплотняющего агрегата к ТПСС; 2 — виброударная грунтоуплотняющая машина; 3 — нулевой слой;  $D$  — диаметр ВПТ; а, б, в, г, ... и т.д. — алфавитная последовательность технологического порядка отсыпки слоёв грунта;  $h, f, q$  и  $g$  — допустимые расстояния приближения уплотняющего агрегата к ТПСС;  $1:n$  и  $1:m$  — допустимая крутизна откоса)

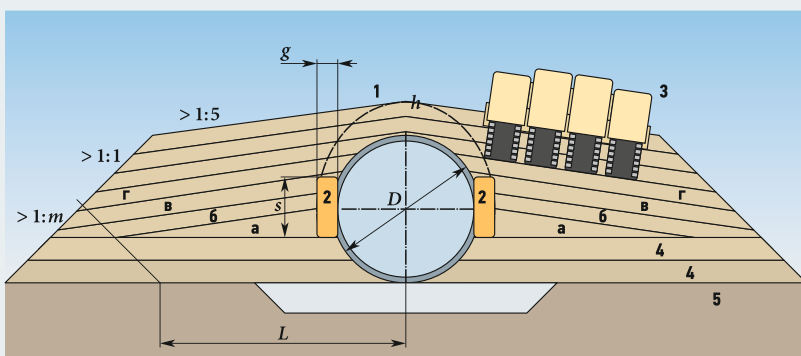
$D, \text{ см}$	$h^*, \text{ см}$	$f^*, \text{ см}$	$q^*, \text{ см}$	$g^*, \text{ см}$
$50 \leq \dots < 100$	75–70	10–5	20–15	30–20
$100 \leq \dots < 150$	85–80	15–10	30–25	35–25
$150 \leq \dots < 200$	95–90	20–15	40–35	40–30
$\geq 200$	105–100	25–20	50–45	50–40

\* Большие значения для SN2, а меньшие — для SN16.

Уплотнять грунт вокруг ВПТ из ТПСС следует, как правило, машиной виброударного действия для стеснённых условий. При уплотнении слоёв, расположенных ниже горизонтального диаметра ТПСС, машина должна передвигаться вдоль ВПТ. Если слои находятся выше этого уровня, ВПТ из ТПСС засыпается в широком прогале или отсыпка насыпи

отстаёт по времени, то уплотнение целесообразно производить челночным способом (рис. 4).

Необходимо строго соблюдать установленные технологическую последовательность отсыпки слоёв вокруг ВПТ, их толщину и допустимое приближение рабочих органов уплотняющих машин к ТПСС (рис. 5 и 6).



⚡ **Рис. 6.** Технологическая последовательность и схема послойного уплотнения грунта засыпки ВПТ из ТПСС пневмокатками (1 — контур максимального приближения уплотняющего агрегата к ТПСС; 2 — призма грунта, уплотняемого ручными механизированными трамбовками; 3 — пневмокаток; 4 — нулевой слой; 5 — линия очертания границ торцов насыпи в случае устройства трубы в прогале;  $D$  — диаметр ВПТ; а, б, в, г, ... и т.д. — алфавитная последовательность технологического порядка отсыпки слоёв грунта;  $h$  и  $q$  — допустимые расстояния приближения уплотняющего агрегата к ТПСС;  $s$  — высота слоёв грунта, уплотняемых ручными механизированными трамбовками;  $L$  — расстояние от ВПТ до края прогала в насыпи;  $1:m$  — допустимая крутизна)

$D, \text{ см}$	$s^*$	$q^*, \text{ см}$	$h^*, \text{ см}$	$L, \text{ см}$
$50 \leq \dots < 100$	$0,5-0,6D$	20–15	70–65	$\geq 2D$ и $\geq 400$
$100 \leq \dots < 150$		30–25	80–75	
$150 \leq \dots < 200$		40–35	90–85	
$\geq 200$		50–45	100–95	

\* Большие значения для SN2, а меньшие — для SN16.

При уплотнения грунта катком, перемещаемым обязательно вдоль ВПТ по кольцевой схеме, его скаты не должны заходить в зону рядом с ТПСС шириной 1 м; грунт в этой зоне необходимо уплотнять ручными электротрамбовками.

Засыпку пазух грунтом многорядных ВПТ из ТПСС рекомендуется производить с использованием универсальных экскаваторов-планировщиков с ковшами до 0,5 м<sup>3</sup>, с последующим его уплотнением слоями толщиной не менее 0,15 м механизированными ручными трамбовками с обязательным соблюдением последовательности отсыпки слоёв (рис. 7).

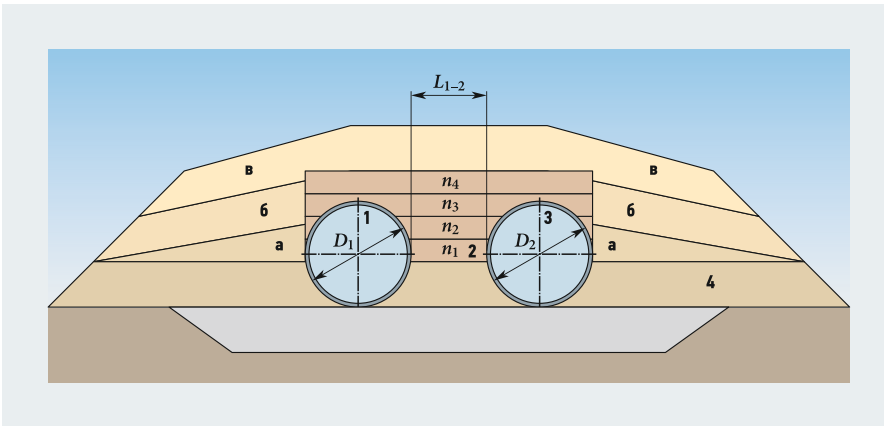
В зимний период следует учитывать допустимое время рабочего цикла от момента разработки грунта до окончания его уплотнения, которое не должно превышать времени, в течение которого грунт сохраняет способность к уплотнению. ВПТ из ТПСС следует засыпать только тальми (сухими несмёрзшимися) грунтами; при этом рекомендуются использовать грунтоуплотняющие машины ударного и виброударного действия. При засыпке и уплотнения грунта вокруг ВПТ должны быть исключены случаи каких-либо повреждений ТПСС.

**Засыпку пазух грунтом многорядных ВПТ из ТПСС рекомендуется производить с использованием универсальных экскаваторов-планировщиков с ковшами до 0,5 м<sup>3</sup>, с последующим его уплотнением слоями толщиной не менее 0,15 м механизированными ручными трамбовками с обязательным соблюдением последовательности отсыпки слоёв**

При отсыпке и уплотнении грунта следует вести контроль за поперечными деформациями ТПСС в составе ВПТ, сопоставляя результаты контроля с замерами, произведёнными до начала его засыпки. К моменту завершения уплотнения слоя грунта на уровне верха ВПТ из ТПСС уменьшение вертикального диаметра не должно превышать 1% от его номинального значения.

Для повышения несущей способности, надёжности работы и долговечности ВПТ из ТПСС диаметром, начиная с 1000 мм, рекомендуется до засыпки придавать его поперечному сечению овальность с большей осью по вертикали, увеличивая вертикальный диаметр ТПСС на величину до 3% от номинального и закрепляя сечение стойками (строительный подъём).





**Рис. 7.** Технологическая последовательность и схема отсыпки и послыоного уплотнения грунта засыпки многорядных ВПТ из ТПСС (1 и 3 — ряды ВПТ; 2 — зона между рядами ВПТ; 4 — нулевой слой;  $D_1$  и  $D_2$  — диаметры ВПТ в рядах;  $L_{1-2}$  — расстояние между рядами ВПТ;  $n_1, n_2, n_3, n_4, \dots$  и т.д. и а, б, в, ... — последовательность технологического порядка отсыпки слоёв грунта в зоне между рядами ВПТ и алфавитная последовательность технологического порядка отсыпки слоёв грунта вне этой зоны)



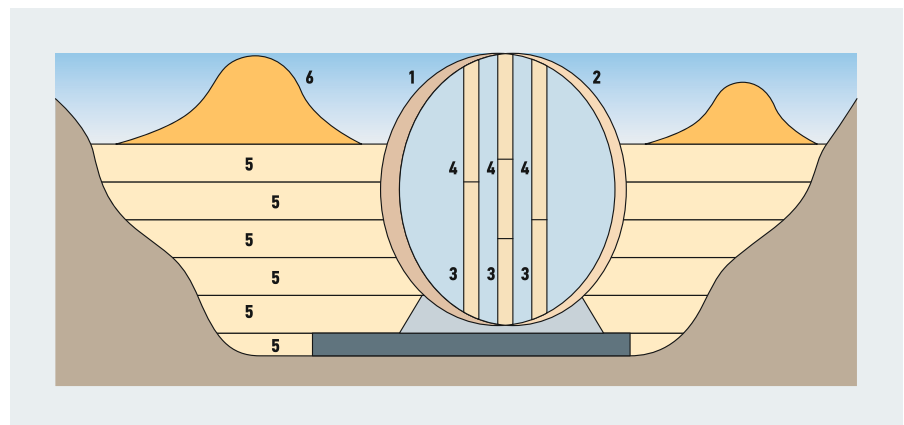
На уплотнённую гравийно-песчаную прослойку отсыпается гравийно-щебёночная смесь, разравнивается, уплотняется, и в процессе уплотнения берутся пробы. Разбивочные работы ведутся от оси проектируемой насыпи с ВПТ из ТПСС. Дальнейшая отсыпка выполняется после монтажа ВПТ из ТПСС

ектную высоту. Для контроля сохранения при засыпке неизменным положения оси ВПТ из ТПСС и его формы относительно вертикальной оси в лотковой части ВПТ краской наносится ось и две прямые по обеим сторонам на выбранном расстоянии от оси, на которые должна проектироваться ось отвесов, закреплённых в его верхней части. В процессе отсыпки и уплотнения грунтовой обоймы необходимо контролировать положение отвесов. Отклонение отвесов от линий, нанесённых краской, говорит о «заваливании» ТПСС вследствие неравномерной отсыпки или уплотнения. Положение ВПТ необходимо восстановить или дальнейшей засыпкой или разборкой нескольких слоёв грунта (рис. 8).

На уплотнённую гравийно-песчаную прослойку отсыпается гравийно-щебёночная смесь, разравнивается, уплотняется, и в процессе уплотнения берутся пробы. Разбивочные работы ведутся от оси проектируемой насыпи с ВПТ из ТПСС. Дальнейшая отсыпка выполняется после монтажа ВПТ из ТПСС.

В процессе уплотнения берутся пробы грунта на плотность режущими кольцами или прибором Ковалёва. Величина плотности должна быть достигнута не менее 0,95 от максимальной стандартной. Степень уплотнения проверяют лабораторно-строительные посты.

Создание овальности целесообразно производить с помощью двух последовательно переставляемых домкратов, выполняя работы в следующем порядке: в лотке и своде ВПТ укладывают прогоны, закрепляя их временными стойками; в начале и конце одного из звеньев на участке, где необходимо создать овальность, ставят домкраты и увеличивают вертикальный диаметр до заданной величины, между домкратами устанавливают стойку; затем, последовательно переставляя домкраты, устанавливают стойки на всем участке. Рекомендуется делать стойки инвентарными, а для облегчения демонтажа устанавливать их на клинья. Стойки удаляют после отсыпки насыпи на про-



**Рис. 8.** Контроль правильности положения МГТ при сооружении грунтовой и армогрунтовой обоймы (1 — проектное положение ТПСС; 2 — изменённое положение вследствие ТПСС неравномерной засыпки и уплотнения; 3 — исходное положение отвесов; 4 — смещение отвесов; 5 — отсыпанные и уплотнённые слои грунтовой обоймы; 6 — грунт для отсыпки обоймы)

Во избежание превышения допустимой величины деформации ТПСС в процессе возведения грунтовой обоймы в ходе её отсыпки и уплотнения устанавливаются временные распорки из деревянного бруса. Места упора распорок в водопропускном трубопроводе из ТПСС назначаются в точках, имеющих максимальные деформации по расчёту. Упоры в ВПТ устанавливаются, как правило, через 1,5–2,5 м в зависимости от *SN* ТПСС.

Контроль качества (КК) и приёмка работ должны обеспечивать: высокое качество выполняемых работ и полное соответствие их утверждённому проекту водопропускного сооружения (ВПС) и действующим нормативным документам; соответствие качества грунтов и ТПСС требованиям утверждённого проекта и государственных стандартов; своевременное осуществление промежуточной приёмки выполненных работ и правильное оформление соответствующей производственно-технической документации. Контроль плотности грунта естественного основания по всей трассе ВПТ их ТПСС после окончания работ по его уплотнению, а также контроль плотности грунта отсыпанной подушки следует осуществлять после её отсыпки и уплотнения по всей длине трубопровода.

Контроль плотности грунтовой подушки, укладываемой взамен слабого грунта основания, осуществляется через каждые 0,5 м высоты подушки. Количество проб должно быть не менее двух в каждой точке. Плотность песчаных грунтов следует контролировать прибором Ковалёва, а щебенисто-галечниковых и дресвяно-гравийных — методом лунок, а результаты контроля заносить в акт на скрытые работы.

При приёмке построенного водопропускного сооружения должна быть предъявлена следующая документация: чертежи ВПТ из ТПСС, на которые нанесены согласованные изменения; акты освидетельствования и акты промежу-



точной приёмки ответственных скрытых работ [устройство оснований, сборка ТПСС, выполнение грунтовой обсыпки (обоймы) вокруг ВПТ]; акт освидетельствования ВПТ из ТПСС в целом; паспорт на поставленные ТПСС; документы о согласовании допущенных при строительстве отступлений от проекта; сводная ведомость указанных документов.

В заключение необходимо отметить, что рассмотренные в статье положения, касающиеся возведения насыпей автодорог с одновременной укладкой в них водопропускных трубопроводов из труб из полиолефинов со структурированными стенами, должны позволить откорректировать соответствующим образом используемые в настоящее время технологии строительства водопропускных сооружений. Кто это будет выполнять?

В ОАО «НИИМосстрой», например, проводится НИР, целью которых является разработка норматива по проектированию, монтажу, эксплуатации и ремонту водопропускных трубопроводов из ТПСС. Правда, пока неясно, будут ли это своды правил (СП), стандарты организаций (СТО), рекомендации либо технический регламент (ТР) или что-то другое. Это будет зависеть от пожеланий возможных заказчиков.

Информация о ходе указанных работ, в случае заинтересованности широкой научно-технической общественности, будет своевременно публиковаться авторами, в том числе и в журнале С.О.К. ●

1. Отставнов А.А., Примин О.Г., Харькин В.А. К техническому обоснованию использования ТПСС для водопропускных трубопроводов автодорог // Журнал С.О.К., 2017. №4. С. 22–29.
2. Отставнов А.А., Примин О.Г., Харькин В.А. Технические требования к трубам для водопропускных трубопроводов автомобильных дорог // Журнал С.О.К., 2017. №2. С. 24–28.
3. Отставнов А.А., Примин О.Г., Харькин В.А. Выбор ТПСС по внутреннему диаметру для ВПТ автодорог // Журнал С.О.К., 2017. №5. С. 24–29.
4. Отставнов А.А., Примин О.Г., Харькин В.А. Особенности траншейной прокладки в дорожных насыпях ВПТ из ТПСС // Журнал С.О.К., 2017. №5. С. ??–??.
5. Отставнов А.А., Примин О.Г., Харькин В.А. К выбору ТПСС по кольцевой жёсткости для ВПТ автодорог // Журнал С.О.К., 2017. №4. С. ??–??.
6. Отставнов А.А. Влияние грунтов на прочность безнапорных пластмассовых трубопроводов: В сб. науч. тр. НИИМосстрой «Новое в технологии и организации строительного производства». — М.: Типограф. Мосоргстроя, 1978.
7. Отставнов А.А. Технология строительства подземных трубопроводов систем водоснабжения и канализации из термопластов [Текст]: Дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н. по спец. 05.23.08; заш. 25.11.1986; отв. 02.12.1986; прот. №10. — М.: МИСИ, 1985. 249 с.
8. Отставнов А.А. Производство земляных работ при прокладке самотёчных трубопроводов из термопластов // Энергетическое строительство за рубежом, 1985. №3. С. 38–43.
9. Отставнов А.А., Устюгов В.А., Хренов К.Е., Примин О.Г., Орлов В.А., Харькин В.А. О влиянии земляных работ на качество полимерных трубопроводов // Журнал С.О.К., 2007. №4. С. 24–28.
10. 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. 230 с.
11. ГОСТ 32871–2014. Трубы дорожные водопропускные. Дороги автомобильные общего пользования. Трубы дорожные водопропускные. ТТ.
12. ОДМ 218.2.001–2009. Рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур на автомобильных дорогах общего пользования с учётом региональных условий (дорожно-климатических зон).
13. Александров А.С., Семенова Т.В. Технология строительства водопропускных труб автомобильных дорог: Учеб. пособ. — Омск, 2015. 127 с.





## Обоснование необходимости и порядок про- ведения работ по созданию водосберегающих унитазов эжек- торного типа с боковым отводом выпуска

В мире существует множество схем и конструкций унитазов. Однако их показатели и характеристики пока далеки от совершенства. Поэтому появляются новые унитазы, основанные на эффекте эжекции. В статье излагаются новые требования к новым узлам и элементам, приводится новая схема питания эжекторного унитаза с целью снижения давления на входе в унитаз, а также схема эффективного очищения его чаши.

Автор: Ю.И. ЧУПРАКОВ, к.т.н.,  
главный конструктор ООО «Инноэр»

Современные американские сифонирующие унитазы по качеству транспортировки содержимого чаши унитаза в канализационную сеть практически доведены до совершенства. В процессе спуска из чаши удаляется всё и даже то, что не тонет! Достоинством этих унитазов является также и отсутствие всплеска воды в процессе дефекации, а также и то, что водой в чаше блокируются запахи фекалий. Во время эксплуатации сравнительно редко приходится очищать внутреннюю поверхность чаши унитаза, так как она достаточно высоко заполнена водой. Если бы в процессе спуска воды происходила бы ещё и очистка чаши, а не её ополаскивание, то сифонирующий унитаз был бы идеальным. Последнее объясняется тем, что напор воды, вытекающей из смывного бачка, слишком мал для процесса очищения поверхности чаши унитаза. Он составляет всего около 0,003 МПа, а нужно не менее 0,05–0,10 МПа!

Однако, несмотря на все достоинства американских сифонирующих унитазов, они не предназначены для установки в помещениях, в которых канализационная разводка проводится над перекрытиями, то есть по европейским строительным стандартам. По этой причине европейские унитазы выполняются с боковым отводом выпуска. В отличие от европейских стандартов, в Америке и у её сателлитов разводка канализации производится под перекрытиями. Поэтому у американских унитазов выпуск выполняется вертикальным и направленным в пол. Эта особенность и позволяет вертикальный отвод использовать в качестве сифона и тем самым обеспечить эффективное высасывание содержимого чаши унитаза и лёгкую транспортировку его в канализационную сеть.

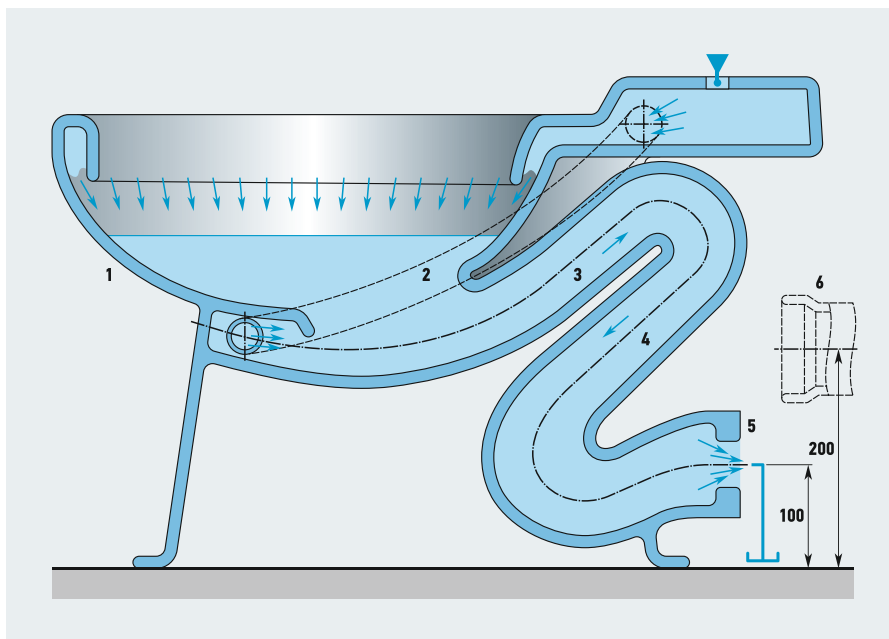
В европейских унитазах производится проталкивание содержимого чаши унитаза в отводящий канал потоком воды, вытекающей из смывного бачка под очень маленьким напором. Содержимое чаши унитаза в верхней части его гидрозатвора создаёт сопротивление основному потоку.

В результате создаются обратные потоки, уносящие некоторую часть этого содержимого обратно в чашу унитаза. Лёгкие же фракции содержимого, как правило, не захватываются потоком воды и также остаются в чаше унитаза. Поэтому для полного удаления из чаши её содержимого иногда приходится осуществлять повторные спуски воды, что не обеспечивает экономии водопотребления. По причине малого объёма воды в чашах европейских унитазов фекалии, попадающие на несмоченные поверхности чаши, оставляют на них следы, которые очищаются только с помощью ёршика с последующим спуском воды, что с точки зрения экономии воды совсем не экономно! В европейских устройствах не совсем удовлетворительно решён и вопрос с запахами в процессе дефекации. Из-за этого им до американских унитазов ещё очень далеко.

**Несмотря на все достоинства американских сифонирующих унитазов, они не предназначены для установки в помещениях, в которых канализационная разводка проводится над перекрытиями, то есть по европейским строительным стандартам. По этой причине европейские унитазы выполняются с боковым отводом выпуска**

Следует также отметить, что на рынке унитазов стали появляться сифонирующие унитазы с горизонтальным отводом выпуска. Ниже будет рассматриваться сифонный унитаз Serim C154, выпускаемый южнокорейской фирмой SensPa.

Принципиальная конструктивная схема этого унитаза недавно была опубликована на рис. 7 в статье автора «Об «оживлении» сифонного эффекта в европейских компакт-унитазах» [1]. В этой же статье на стр. 45 было приведено фото этого унитаза. Автор считает целесообразным дать эти иллюстрации ещё раз.



:: **Рис. 7** (из [1]). Схема унитаза с сифонным эффектом и горизонтальным выпуском (1 — чаша унитаза; 2 — каналы питания эжектора; 3 — канал выпуска; 4 — сифонный канал; 5 — местное гидравлическое сопротивление потоку воды; 6 — оголовок канализационной трубы, выполненный по европейским стандартам)

Все хорошие оценки данному сантехническому прибору были даны на основании рекламы производителя сифонного унитаза с горизонтальным отводом выпуска. Однако после экспресс-испытаний этого унитаза отношение к нему несколько померкло. И вот почему.

Очень приятными являются впечатления от первых спусков этого устройства. Для спуска воды к рукоятке пуска нужно прикладывать незначительные усилия. Удовлетворительно работает система «антивсплеск». В процессе спуска воды уровень шума не превышает 40 дБ(А), что меньше, чем в европейских унитазах.

Однако уже на основании предварительных испытаний у этого устройства выявился недостаток, обусловленный укорочением сифонной трубы. Это, естественно, привело к существенному уменьшению сифонного эффекта по сравнению с сифонным унитазом с выпуском в пол. По крайней мере, высота оси выпускной трубы расположена на высоте от пола не менее чем на 100 мм. Вроде бы это малая величина по сравнению с длиной сифонной трубы американского унитаза. Однако в последнем эта длина существенно увеличивается за счёт присоединения выпуска к вертикально расположенной канализационной трубе. Кроме того, у европейских унитазов оси горизонтальных выпусков расположены на высоте 200 мм от пола, а оси торцов косых выпусков — на высоте 150 мм.

Вызывает также подозрение, что дополнительная арматура унитаза не адаптирована к российским условиям эксплуатации. Из-за преимущественного применения в отечественных жилых до-

мах стальных водопроводных труб, ржавеющих изнутри и выделяющих в воду большое количество разнокалиберных механических частиц, элементы запорного клапана наполнительной арматуры с очень малыми зазорами, как показал опыт, забиваются этими частицами и клапан быстро выходит из строя.

Унитазы сифонного типа с горизонтальными выпусками С-154 потребляют на один полный спуск до 12,5 л воды. Из этого объёма примерно 2,2 л без пользы уходит в канализацию в процессе заполнения донной части чаши унитаза. Европейские стандарты, да и американские ограничивают потребление объёмов воды на один полный спуск в пределах 5–6 л.

Изготовители европейских унитазов для скрытия дефектов в своей работе иногда допускают возможность увеличения объёма спускаемой воды до 7–9 л, но всё же это не 12 л!

Кроме того, унитазы сифонного типа с горизонтальным отводом выпуска не очень эффективно справляются с транспортировкой фракций содержимого чаши, имеющих малую плотность. Эти фракции во время спуска остаются на поверхности воды в чаше унитаза, перемещаются с верхним слоем воды и только в последний момент, когда вход в выпускную трубу почти осушается, лёгкие фракции захватываются уже слабеющим потоком и, как правило, остаются в её разных частях. Основным участком, в котором они застревают, является конечная часть трубы в месте её заужения. Диаметр «заужающего» ребра равен примерно 55 мм, а диаметр выпускной трубы — 65 мм. Кстати, «заужающее» ребро имеет сравнительно острые переходы и кромки, что может привести к застреванию лёгких фракций и залипанию на этих элементах конструкции, например, бумаги, с последующим нарастанием этого слоя.

Есть и ещё один недостаток. В последний момент спуска гидрозатвор полностью осушается, а затем медленно заполняется водой, поступающей из наполнительной арматуры через специальную трубку в перелив спускной арматуры. В течение сравнительно короткого времени гидрозатвор пропускает газы из канализации в туалетное помещение.

Этот недостаток вообще присущ сифонирующим унитазам, но о нём почему-то умалчивается.



:: Сифонный унитаз SensPa Serim C154 с горизонтальным выпуском





Также при сравнении с европейскими унитазами бросается в глаза малая величина овального отверстия начальной части выпускной трубы. Овал имеет размеры по осям примерно 60×55 мм. Последнее приводит к тому, что при использовании пяти поролоновых цилиндров диаметром 30 мм и длиной 50 мм большая часть из них застревает на входе в выпускную трубу.

**Фракции содержимого чаши, имеющие малую плотность, во время спуска остаются на поверхности воды в чаше унитаза, перемешиваются с верхним слоем воды и только в последний момент, когда вход в выпускную трубу почти осушается, захватываются уже слабым потоком и, как правило, остаются в её разных частях**

А испытание унитаза на смыв с помощью только одной губки длиной 100 мм и диаметром 30 мм в соответствии с пунктом 7.3 ГОСТ 13449–82 приводит к тому, что губка остаётся в чреве выпускной трубы и покидает её только после повторного спуска воды. Пять же длинных губок вообще скучиваются на входе в выпускное отверстие и не покидают чаши унитаза. Получается, что лёгкие фракции покидают чашу унитаза с последними каплями уменьшающегося потока воды. Итак, по этому показателю сифонный унитаз с горизонтальным отводом не соответствует требованию ГОСТ 13449–82.

В европейских унитазах такого не происходит. Однако всякие ухищрения, связанные с повышением качества их смыва, уже ничего не дают, так как эти возможности оказались исчерпанными, и нужно искать принципиально новые схемно-конструктивные решения, которые были бы способны обеспечить основные требования к эксплуатационным показателям унитазов «нового поколения», выработанным за полтора века их массового выпуска. Важнейшими из этих требований являются следующие:

1. Потребление малых объёмов воды на полный спуск. Этот объём не должен превышать 3–4 л.
2. Должна быть обеспечена стабильность величины объёмов воды при каждом её спуске.

3. В процессе смыва за один спуск из чаши унитаза должно транспортироваться всё её содержимое, включая фракции с различной плавучестью, то есть фракции любой плотности.

4. В процессе спуска воды гидрозатвор унитаза не должен осушаться, и в нём всегда должна оставаться вода на уровне, достаточном для блокирования туалетного помещения от канализационных газов.

5. Внутренняя поверхность чаши унитаза должна очищаться потоками воды, а не ополаскиваться ими.

6. Должна быть предусмотрена не условная, а очень эффективная система «анти-всплеск».

7. Нижняя часть чаши унитаза должна быть заполнена водой до уровня на глубину менее 120 мм от торца обода и иметь максимально возможную площадь «зеркала». Это решит проблему «антивсплеска» и блокирования запаха фекалий.

8. Не должно быть выплеска воды из чаши унитаза на пол туалетного помещения в процессе спуска воды.

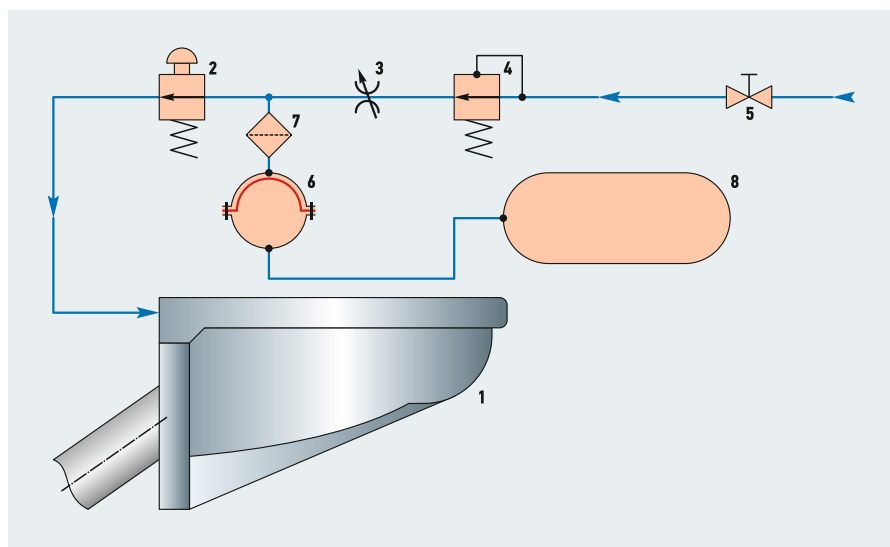
9. Все элементы и узлы системы подачи воды в унитаз должны иметь ресурс не меньший, чем в существующих унитазах, и должны быть по возможности ремонтнопригодными или легкозаменяемыми.

10. Выпуск унитаза должен быть горизонтальным или косым и соответствовать размерам, принятым в Европе.

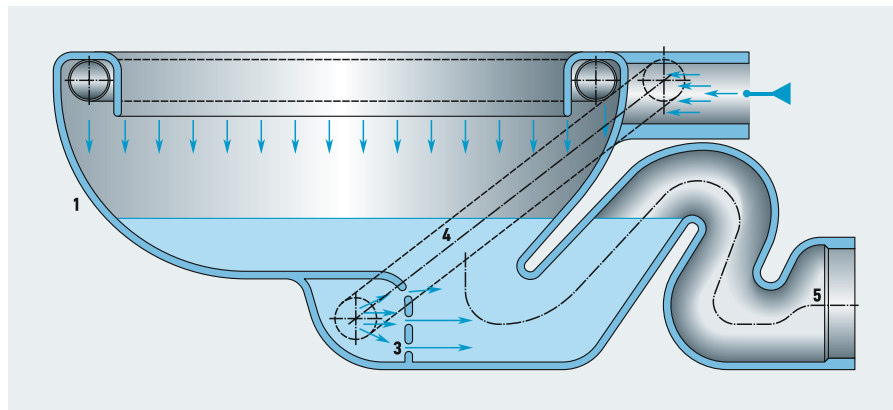
11. Работоспособность системы подачи воды на смыв должна обеспечиваться при подключении к водопроводной сети с давлением от 0,05 до 1,0 МПа.

12. Не допускается повышение уровня зеркала воды в чаше унитаза во время её спуска.

13. Шум от текущей воды при работе унитаза не должен превышать 50 дБ(А).



**Рис. 1.** Принципиальная схема нового унитаза разработки ООО «Инкоэр» (1 — унитаз; 2 — устройство пуска; 3 — гидродроссель; 4 — гидроредуктор давления воды; 5 — запорный кран; 6 — гидропневмоаккумулятор; 7 — спецфильтр; 8 — ресивер)



:: **Рис. 2.** Конструктивная схема нового унитаза (1 — чаша унитаза; 2 — обод чаши с уплотненной в нише обода трубкой с отверстиями для подачи воды на поверхность чаши унитаза для ее очистки; 3 — сопло эжектора; 4 — канал для подачи воды в сопло эжектора; 5 — выпуск унитаза)

Существующие унитазы (как американские, так и европейские) не соответствуют сразу всем перечисленным требованиям. Какой-нибудь пункт, да и не один, обязательно не выполняется!

Априори предполагается, что все эти требования можно удовлетворить при разработке принципиально нового унитаза эжекторного типа с повышенным до 0,05–0,10 МПа давлением воды, поступающей в чашу унитаза.

У известных унитазов с повышенным давлением пока не выполняются некоторые из перечисленных выше требований, например, по пунктам 2, 6, 8 и 13, а у американских унитазов с повышенным давлением даже происходили разрушения, похожие на взрыв.

Рабочий процесс поиска и составления принципиально-конструктивной схемы эжекторного унитаза из-за ограничения объема статьи автор здесь приводит не будет, а на рис. 1 приводится лишь её последний вариант. Можно сказать только одно. В унитазах Gustavsberg поток воды, вытекающий из-под обода, формируется так, что он успешно заталкивает во входную часть отводящей трубы всё содержимое чаши, кроме очень мелких плавающих фракций. Введение эжектора, работающего от повышенного давления воды, обеспечит проталкивание из чаши в отводящую трубу не только тяжёлых, но и очень лёгких фракций, так как эжектор обладает и насосным эффектом. Эжекторный унитаз будет работать как обыкновенный европейский унитаз, только лучше, то есть с более качественным процессом очищения чаши.

Кстати, эжекторные унитазы уже существуют, но работают на повышенном давлении. Из-за этого могут возникать выбросы содержимого чаши унитаза за пределы её борта. Кроме того, подобные унитазы с увеличенным давлением пита-

ния создают повышенный шум. В этом можно убедиться, просмотрев соответствующее видео Best of Video Flushing\* на интернет-видеохостинге YouTube. Поэтому они применяются в основном в тюрьмах, в общественных туалетах и в некоторых больницах.

Учитывая собранную информацию о работе и устройстве эжекторных унитазов, специалисты ООО «Инкоэр» разработали новую принципиальную схему, правда, ещё не до конца доведённую. Но ведь с чего-то надо начинать?

К сожалению, все перечисленные узлы и элементы требуют специального проектирования. Использовать узлы и элементы, выпускаемые промышленностью, по



**Унитазов с необходимыми показателями и необходимой геометрией промышленность в настоящее время пока не выпускает. Поэтому необходимо разработать и изготовить наиболее отвечающий современным тенденциям настенный унитаз**

разным причинам, которые будут упомянуты ниже, в данной схеме нельзя. Далее информация по каждому узлу и элементу:

**1. Унитаз.** Унитазов с необходимыми показателями и необходимой геометрией промышленность в настоящее время пока не выпускает. Поэтому необходимо разработать и изготовить наиболее отвечающий современным тенденциям настенный унитаз. Его основными особенностями будут являться:

- наличие эжектора, способного активно перемещать содержимое донной части чаши в отводящий канал унитаза;
- обеспечение неполного (частичного) сифонирования потока в отводящем канале;
- воду под повышенным давлением для очищения поверхности чаши подавать через закреплённые в полости обода трубки с часто размещёнными отверстиями на их нижней поверхности.

Принципиальная конструктивная схема этого унитаза приведена на рис. 2.

Прежде чем изготавливать керамический унитаз, было решено сначала изготовить его макет из папье-маше и экспериментально определить оптимальную геометрию его узлов и элементов.

**2. Устройство пуска воды.** Это должен быть клапан, аналогичный клапанам в стиральных и посудомоечных машинах, но с механическим, с гидравлическим и, возможно, с электрическим управлением. Однако площади проходных сечений в нём должна быть на порядок больше, так как ориентировочно расходы воды через клапан для обеспечения качества смыва должны достигать 2,0–2,5 л/с. Для сравнения: расход в стиральной машине составляет около 0,05 л/с. Поэтому это устройство необходимо заново проектировать и наладить его серийное производство. Тем более что оно должно подавать расход и в трубки в обode 2.

\* Интернет-адрес видео: <http://youtu.be/Kg7OT3rKeTc>.





**3. Гидравлический дроссель.** Пока его использование находится под вопросом. Эксперимент покажет, нужен он или не нужен. Однако, если нужен, то он должен быть регулируемым.

**4. Гидравлический редуктор давления воды.** Он необходим для обеспечения заданного уровня давления воды, поступающей в гидропневмоаккумулятор, независимо от изменения давления в водопроводной сети. Гидроредукторов, обеспечивающих редуцируемое давление в пределах 0,1 МПа с расходами воды, равными 0,05 л/с, промышленность не выпускает. Кроме того, если бы они и выпускались, то их цена была бы соизмерима со стоимостью бюджетного унитаза.

Существуют способы, позволяющие значительно снизить стоимость редукционного клапана и улучшить его эксплуатационные показатели. Поэтому гидроредуктор давления для эжекторного унитаза необходимо проектировать заново и наладить серийное производство.

**5. Запорный кран.** Он должен обеспечивать абсолютную герметичность в положении «закрыто» вне зависимости от ресурса и должен быть ремонтпригодным. Шаровые краны и обыкновенные запорные вентили на это не способны. Поэтому в качестве запорного крана следует использовать запорные краны вентильного типа с некоторыми элементами соответствующей модернизации.

**6. Гидроаккумулятор (ГА).** Современные серийно выпускаемые гидропневмоаккумуляторы не годятся для использования в системе спуска с унитазом эжекторного типа по ряду причин:

- их входные и выходные штуцеры имеют сравнительно малую величину проходных сечений для того, чтобы пропу-

скают большие расходы воды для обязательного качественного смыва содержимого чаши унитаза;

- разделители серийных ГПА, выполненные из эластичных материалов, предназначены для работы, при которой разделитель раздувается и потом снова сдувается, что приводит к его быстрому разрушению — для домашнего унитаза такая идеология не подходит, поэтому необходимо проектировать и наладить серийное производство принципиально новых ГА.

У данных ГА разделитель не растягивается, а только складывается и свободно без напряжения расправляется, при заполнении максимальным объёмом его эластичные стенки должны ложиться на внутренние поверхности гидроаккумулятора — кроме того, проходные сечения отверстий их штуцеров должны обеспечивать прохождение сравнительно больших расходов воды и воздуха из присоединённого к ГА ресивера 8.



**7. Специальный фильтр.** Если ГПА установить штуцером для воды вниз, то воздух, содержащийся в воде, может скопиться в гидрокамере и существенно уменьшить величину полезного объёма воды, участвующей в процессе смыва. Этот недостаток уже был замечен в известных унитазах с накопителями воды под повышенным давлением. Поэтому с этой точки зрения водный штуцер лучше разместить так, чтобы он находился вверх. Правда, в этом случае механические частицы, всегда содержащиеся в водопроводной воде, будут скапливаться в гидрокамере, что нежелательно.

Поэтому на входе воды в ГПА следует установить специальный накопитель, препятствующий попаданию механических частиц в гидрокамеру ГПА. Его также необходимо проектировать и наладить его серийное производство.

**Гидравлический редуктор давления воды необходим для обеспечения заданного уровня давления воды, поступающей в гидропневмоаккумулятор, независимо от изменения давления в водопроводной сети. Он должен иметь сравнительно низкую стоимость и высокую степень надёжности. Запорный кран должен обеспечивать абсолютную герметичность в положении «закрыто» вне зависимости от ресурса и должен быть ремонтпригодным**

**8. Ресивер.** Это устройство необходимо для уменьшения заданной величины давления воды в процессе её вытекания из ГПА и поддержания его в заданных пределах. Величина его рабочего объёма должна быть на порядок больше, чем величина рабочего объёма ГПА. В качестве ресивера можно использовать корпус соответствующего по объёму гидропневмоаккумулятора, убрав из него мембрану. Однако в туалетном помещении не всегда можно отыскать для него место из-за его больших габаритов. Поэтому для корпуса ресивера можно использовать стальные тонкостенные трубы как круглого, так и прямоугольного сечения. Для инсталляционных систем более подходящими являются трубы прямоугольного сечения, которые легко встраиваются в раму инсталляционной системы. ●

1. Чупраков Ю.И. Об «оживлении» сифонного эффекта в европейских компакт-унитазах // Журнал С.О.К., 2017. №4. С. 40–47.

# Газовые котлы R3400 – компактность и производительность

NEW



## ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Теплообменник из нержавеющей стали
- Компактные габариты, малый вес
- Низкий уровень выбросов (NOx, CO)
- Низкий уровень шума
- Разборная конструкция котла
- Высокая эффективность
- Широкий модельный ряд: от 650 до 1870 кВт

Дополнительная информация на сайте: [www.elco.net.ru](http://www.elco.net.ru)



Новый бренд на российском рынке



## Котлы ELCO R3400 и R3600 – высокий уровень производительности при компактных размерах

Компания ELCO, всемирно известный производитель энергоэффективного оборудования для промышленных и коммерческих объектов, выпускает под новым брендом две серии газовых котлов — R3400 и R3600. Обе линейки представлены высокопроизводительным оборудованием из нержавеющей стали мощностью от 660 до 1870 кВт. Ранее эти модели котлов выпускались и были известны в России под брендом Rendamax.

Высокоэффективные напольные низкотемпературные (R3400) и конденсационные (R3600) котлы сочетают в себе высокий уровень производительности, компактные размеры, небольшой вес, а также низкий уровень выбросов, шумов и вибраций — 64 дБ(А). Они отлично подходят для систем отопления больших объектов, например, многоэтажных жилых домов, офисов, торговых центров, отелей, многофункциональных комплексов и других зданий с автономным теплоснабжением.

Благодаря своей компактности котлы помогают минимизировать площадь установки, а их небольшая масса и ёмкость обеспечивают низкую весовую нагрузку. Котлы ELCO R3400 и R3600 легко разместить на крыше. При этом отношение теплопроизводительности к площади размещения довольно высокое и составляет около 380 кВт/м<sup>2</sup>. А мощность на единицу веса котла вместе с теплоносителем равна примерно 1 кВт/кг.

Не менее важным параметром этих котлов является малый объём воды, который способствует низкой инерционности системы. Вследствие этого котёл быстрее реагирует на изменения потребности в тепле.

Особую роль для многих объектов играет возможность транспортировки и установки котлов. Оборудование этих серий поставляется в полностью собранном виде после прохождения гидравлических испытаний, розжига и настройки на заводе. Однако если на объекте ограничен доступ к месту установки котла, это не должно стать проблемой. Котлы R3400 и R3600 имеют разборную конструкцию, благодаря которой их можно доставить в котельную по частям. Кроме этого, обеспечивается лёгкий доступ к компонентам котла для быстрого и удобного обслуживания.

**Благодаря своей компактности котлы ELCO R3400 и R3600 помогают минимизировать площадь установки, а их небольшая масса и ёмкость обеспечивают низкую весовую нагрузку. Котлы легко разместить на крыше. При этом отношение теплопроизводительности к площади размещения довольно высокое и составляет около 380 кВт/м<sup>2</sup>**





Уникальность котлов R3400 и R3600 воплощена в том числе и в его компонентах. Теплообменники, изготовленные из нержавеющей стали, обладают высокой надёжностью и долговечностью. В модели R3400 установлен один гладкотрубный теплообменник и один теплообменник с оребрѐнными трубами, а в модели R3600 — дополнительный оребрѐнный теплообменник, благодаря чему котёл может работать в конденсационном режиме. Кроме того, высокую эффективность работы обеспечивает и водоохлаждаемая премиксная горелка с глубокой модуляцией. Модуляция мощности может достигать 30%.

Воздухозабор в котлах R3400 и R3600 осуществляется с помощью одного из двух вариантов. Стандартное соединение для забора воздуха из помещения устанавливается на котлы в процессе производства. Но если речь идёт об отоплении в котельных с ограничением по притоку воздуха или в промышленных помещениях, в воздухе которых могут содержаться загрязняющие вещества, возможен второй вариант организации внешнего забора воздуха.

Если важным критерием при выборе котельного оборудования является эффективность, то котлы ELCO — это идеальное решение. Благодаря высоким показателям КПД (для R3400 — 94%, а для R3600 — до 108,4%) они могут обеспечить высокую эффективность при любом режиме работы оборудования.

Котлы серии R3600 имеют ещё одну особенность — возможность двух подключений обратной воды. Это позволяет максимально эффективно использовать котлы в системах с контурами, ра-

ботающими при разных температурных графиках. Так как обычный котёл должен работать при температуре воды, соответствующей самому высокотемпературному контуру, то во многих случаях работа

**В котле модели R3400 установлен один гладкотрубный теплообменник и один теплообменник с оребрѐнными трубами, а в котле модели R3600 — дополнительный оребрѐнный теплообменник, благодаря чему данный котёл может работать в экономичном конденсационном режиме**

современного котла в режиме конденсации становится невозможной.

Поэтому в котле R3600 сделано дополнительное подключение для обратной воды, благодаря которому более холодную воду можно не смешивать с горячей обратной водой, а пропустить через секцию конденсации теплообменника. Так достигается бóльшая эффективность, чем в случаях, когда вода из разных контуров смешивается и пропускается через весь котловой контур.

Не последнюю роль при решении в пользу ELCO играют варианты органов управления, которыми оснащены R3400 и R3600. Для того, чтобы удовлетворить потребности современных систем отопления для обеспечения комфортности и экономичности, ELCO предлагает широкий выбор контроллеров для погодозависимого регулирования и подготовки горячей воды, а также возможность управления до восьми котлами в каскаде и до 16 контурами отопления.

*«Забота о природе — один из главных приоритетов компании ELCO при разработке новых продуктов. Именно поэтому котлы R3400 и R3600 сочетают в себе высокую эффективность и низкий уровень выбросов. Они полностью отвечают высоким международным стандартам и соответствуют пятому классу выбросов NO<sub>x</sub>. Для моделей R3600 величина выбросов NO<sub>x</sub> при максимальной загрузке составляет всего 11,5 мг/кВт·ч. Кроме того, обе линейки котлов могут работать на природном и сжиженном газе»,* — добавляет Михаил Даняев, руководитель направления «Коммерческое отопительное оборудование» компании «Аристон Термо Русь». ●







## Блиц-опрос специалистов «Бош Термотехника»: настенные котлы

Настенные котлы способны обеспечивать отоплением и ГВС площади до 350 м<sup>2</sup>. При этом они обладают небольшими габаритами и отлично вписываются в любой интерьер. Компания «Бош Термотехника» решила собрать наиболее популярные вопросы пользователей о настенных котлах, встречающиеся в Интернете, и ответить на них в одном материале. На вопросы отвечали практикующие специалисты компании. В статье вопросы обобщены и даны уже в виде тематических направлений.

**Авторы ответов:** Геннадий ЛАЗАРЕВ, ведущий инженер учебного центра; Антон ЗДИРУК, инженер по продукту; Евгений ВОЛОШЕНКО, инженер по сервису; Сергей ВАВИЛОВ, торговый представитель, компания «Бош Термотехника»

### Температура – перенастройка, выбор стартовой температуры, подбор котла для отопления помещения

Разница температур в котле приводит к образованию конденсата в дымовых газах традиционных котлов, что негативно сказывается на их работе. Для предотвращения образования конденсата автоматика котла должна периодически выключать насос и давать возможность горелке нагреть теплообменник до таких температур, при которых конденсация невозможна. Поэтому при первом пуске, когда вода в котле и во всей системе отопления ещё холодная, автоматика котла включает и выключает насос, медленно прогревая постоянно работающей горелкой воду порциями до температуры, при которой конденсация невозможна. Несмотря на то, что период нагрева воды в таком случае может продолжаться довольно долго, менять стартовую (минимальную) температуру нельзя. Нужно отметить, что изменение данного параметра может повлечь за собой неисправности в работе котла. Если же настройка минимальной температуры крайне необходима, одним из решений может быть приобретение автоматки к котлу, которая позволяет

использовать более широкий ряд настроек. Для регулировки конечной температуры достаточно установить дополнительный независимый контур со смесителем. В этом случае температура в контуре может быть значительно ниже минимальной температуры котла. В комплекте с автоматикой идёт подробная инструкция, которая описывает последовательность и суть манипуляций. Если же котёл не нагревает воду до температуры, необходимой для комфортного отопления, следует обратить внимание на расчёты, по которым производился выбор и установка котла. Котёл может работать на полную мощность, но если необходимая мощность системы отопления оказалась больше расчётной, этой мощности не хватит на приемлемое функционирование.

**Если настройка минимальной температуры котла крайне необходима, одним из решений может быть приобретение автоматки к котлу, которая позволяет использовать более широкий ряд настроек**



### Давление при подаче газа

Нестабильное давления газа — это обычное явление для газовой сети, прослужившей какое-то время. Котлы производства компании «Бош Термотехника» создаются специально для работы в российских реалиях. Даже если давление в системе упадёт до критически низкого уровня (5 мбар), котёл продолжит работу. Во избежание проблем с низким давлением рекомендуется поставить прибор контроля давления газа, который исключит «выход» котла «в аварию» при ещё более низком давлении. Котёл на время падения давления отключается, но штатно запускается при восстановлении давления.



вая смесь) более калорийный. Форсунки, установленные для работы с природным газом, имеют большее сечение отверстий. Логично предположить, что смесь «пропан-бутан» при таких отверстиях даст более мощное, высокое пламя, что может привести к перегоранию теплообменника и даже к взрыву. Любые работы по перенастройке на другой вид газа должны проводиться специалистом, имеющим допуск для работы с газоиспользующим оборудованием.



### Протокол OpenTherm, дистанционное управление устройствам

OpenTherm — это открытый протокол для связи с внешней автоматикой, по которому автоматика передаёт команды и принимает сигналы от котла. Протокол обеспечивает взаимосвязь во всей системе, будь то комнатные/уличные датчики или автоматика самого котла. Открытость протокола говорит о том, что им могут пользоваться практически все производители оборудования для систем отопления и ГВС.

Есть и другие примеры управления автоматикой. Традиционно оборудование под брендом Buderus работает по внутреннему протоколу EMS. Подключаемые системы управления, работающие с этим протоколом, позволяют управлять котлом в интуитивно понятном режиме, в том числе через Wi-Fi и GSM.

Говоря об удалённом управлении отопительным устройством, нужно отметить, что практически все последние разработки в области отопления и ГВС сейчас направлены на перевод управления в удалённый режим. Дистанционное управле-

ние позволяет контролировать и регулировать работу отопительной системы с мобильного телефона (смартфона).

### Проблемы с горелочным устройством, розжигом. Топливо для котла

Как уже упоминалось выше, котлу требуется некоторое время для нагрева до оптимальной температуры. При включении, когда дисплей оповещает об успешном старте, но розжига не происходит, не стоит волноваться и спешить менять горелку в котле. Процесс розжига котла контролируется автоматикой, время розжига и стандарты работы заложены программно. Наличие проблемы с горелочным устройством можно выявить, если не происходит розжига как такового. В этом случае автоматика устройства немедленно предупредит о случившейся аварии, показав код ошибки.

Здесь нужно упомянуть и о том, что иногда в стремлении сэкономить пользователи пытаются заменить топливо в котле. Например, перейти с природного газа на сжиженный. Дело в том, что сжиженный газ (то есть пропан-бутано-

**Любому отопительному котлу требуется некоторое время для нагрева до оптимальной температуры. При включении, когда дисплей оповещает об успешном старте, но розжига не происходит, не стоит волноваться и спешить менять горелку в вашем котле**

В целом специалисты «Бош Термотехника» сходятся во мнении, что при любой неисправности в первую очередь необходимо свериться с инструкцией. Инструкции к устройствам регулярно обновляются в соответствии с нововведениями в конструкции/функционале. Квалифицированные специалисты по установке и монтажу газового котельного оборудования регулярно проходят обучение в центральном и региональных учебных центрах компании.

Прежде всего необходимо понять, что самостоятельная модернизация или разбор газовых котлов могут привести к поломке, а также к дорогому ремонту и не менее дорогой замене котла, и даже к непоправимым последствиям для здоровья и жизни самого потребителя. ●



## Новинка от Navien – электрокотёл EQB

В сентябре 2017 года компания KD Navien расширит линейку своей продукции и запустит в продажу новинку — электрический котёл Navien EQB.

EQB призван решить проблему отопления не газифицированного жилья. При этом электрический котёл более безопасен, чем печи или твердотопливные агрегаты, так как он не выделяет дыма и угарного газа. EQB работает автоматически от источника бесперебойного электропитания. Он легко монтируется и не требует вытяжной вентиляции и дымохода, специального обслуживания и чистки.

Новый котёл имеет современный дизайн и компактный размер, что позволяет разместить его в любом месте дома. Мощностной ряд котлов EQB в продаже представлен от 8 до 24 кВт. Котлы Navien производятся по инновационным технологиям на собственном заводе в Южной Корее. Качество Navien EQB обеспечено высокими стандартами завода-изготовителя. Имея более 350 авторизованных сервисных центров по всей России, Navien гарантирует потребителям оперативную квалифицированную поддержку и полную обеспеченность запасными частями и комплектующими.

Котёл Navien EQB имеет ряд технических особенностей:

**1. Предотвращение замерзания.** Если температура отопительной воды опускается ниже +10°C более чем на 10 секунд, включается насос и работает 10 минут через одну минуту. Если температура отопительной воды опускается ниже +6°C, включаются насос и нагреватель.

**Мощностной ряд котлов EQB в продаже представлен от 8 до 24 кВт. Котлы Navien производятся по инновационным технологиям на собственном заводе в Южной Корее. Качество Navien EQB обеспечено высокими стандартами завода-изготовителя. Navien имеет более 350 авторизованных сервисных центров по всей России**

**2. Защита от проблем циркуляции.** В ситуации, когда отсутствует циркуляция теплоносителя, котёл «уходит в ошибку» для предотвращения перегрева и пожара.

**3. Защита от перегрева.** Для защиты от перегрева, при температуре отопительной воды более 95°C, в течении первой секунды отключаются нагреватель и отключается подача электроэнергии на магнитный контактор. При постциркуляции и при перегреве работает насос. При прекращении перегрева насос останавливается.

**4. Регулировка температуры.** Данная функция соразмерно контролирует разницу температуры обратной воды с настроенной температурой подаваемой воды, а также устанавливает точную температуру отопительной воды.

**5. Защита от низкого уровня отопительной воды (защита от протечки воды).** Если датчик уровня воды и датчик давления фиксируют низкий уровень отопительной воды в течении трёх секунд, то отображается ошибка, и котёл останавливает свою работу.

**6. Защита от короткого замыкания.** При коротком замыкании прекращается подача электропитания.

**7. Применяется бак из нержавеющей стали с никелевым покрытием.** В баке из нержавеющей стали с никелевым покрытием, по сравнению со стальным баком, отсутствует коррозия, что значительно увеличивает срок службы.

**8. Сплав электрического нагревателя — Incoloy800.** Сплав с низкими теплопотерями и повышенной долговечностью. Срок службы больше, чем у нагревателя из обычной стали.

**9. Опция для использования горячего водоснабжения.** С помощью опции и набора для горячего водоснабжения (трёхходовый кран, датчик температуры горячей воды) можно пользоваться горячей водой и удобно настроить температуры горячей воды на пульте управления.

Все имеющиеся преимущества новинки позволяют EQB успешно конкурировать на рынке и стать лидером в своём сегменте. ●



KD **navien**

Создан для комфортной жизни

**NAVIEN - Марка №1 в России**

По результатам общенационального голосования Народная Марка®



# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОТЁЛ EQB МГНОВЕННОГО ТИПА



**АЛЬТЕРНАТИВА ГАЗУ ЕСТЬ!  
ЭЛЕКТРООТОПЛЕНИЕ - ЛЕГКО!**



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





## Потенциал моря для отопления и охлаждения зданий

Разработка новых устойчивых, экологически приемлемых технологий для отопления и охлаждения жилых и коммерческих помещений является одной из ключевых задач для многих энергетических компаний по всему миру. Использование потенциала солнца, морских приливов и течений, ветра и тепла, получаемого из недр земли, в той или иной степени доказали свою практическую полезность, эффективность и рентабельность.

Автор: Кристоф ПАУЛИ, KSB AG



Море как источник энергии обладает огромным потенциалом. Это не осталось незамеченным со стороны одной из крупнейших французских энергетических компаний Engie, занимающейся разработкой и внедрением энергогенерирующих проектов, в том числе с использованием альтернативных источников энергии. Внимание специалистов привлекла идея использования тепловой энергии Средиземного моря для обеспечения зданий обогревом и охлаждением. Геотермальная станция Thassalia перекачивает морскую воду из порта Марселя в чиллеры для охлаждения и тепловые насосы для отопления интегрированной сети зданий в самом сердце делового центра города.

Хотя подобные электростанции уже находятся в эксплуатации (другой такой же проект у Engie расположен в Париже, он функционирует от вод реки Сены), морская геотермальная электростанция Thassalia стоимостью €35 млн является первым в своём роде проектом в Европе, который будет использовать солёную воду для получения как тепла, так и охлаждения, и в конечном итоге обеспечит нужды зданий площадью 500 тыс. м<sup>2</sup> в новом градостроительном проекте — Euroméditerranée («Евромедитерране»).

Эко-город Euroméditerranée охватывает площадь 480 га в самом сердце Марселя, между коммерческим портом, Старым

портом и железнодорожной станцией, где ведётся масштабное строительство жилья, общественных сооружений и объектов социальной инфраструктуры (музеев, театров, школ, больниц и т.д.), а также благоустройство «пустот» между зданиями. Благодаря строительству геотермальной станции, которая позволит сократить выбросы парниковых газов на 70%, потребления электроэнергии — на 40% и воды — на 65%, эко-город Euroméditerranée получил статус HQE (High Quality Environment), то есть объекта с качественной окружающей средой.

### Первая морская геотермальная станция во Франции

Разработка проекта Thassalia компанией Engie Group началась ещё в 2010 году и объединила опыт двух дочерних компаний Engie — Coffley и Climespace. Поставщиком оборудования было выбрано французское подразделение KSB. Введенная в эксплуатацию в 2014 году, станция была торжественно открыта 17 октября 2016 года. Основная задача проекта заключалась в организации и обеспечении функционирования систем тепло- и холодоснабжения зданий по периметру Euroméditerranée. Новаторским он является по нескольким причинам. Во-первых, станция снабжает здания теплом и холодом, в то время как во Франции эти две системы разделены. Во-вторых, используется тепловая энергия моря, и, наконец, это первый европейский проект инженерного обеспечения эко-города такого масштаба.

### Как это работает

Центральными во всей деятельности станции и её распределительной сети являются насосы KSB. Забор морской воды ведётся на глубине 7 м при температуре в среднем от 14 до 24°C с помощью насосов KSB, выполненных из специального коррозионно-стойкого материала. Каждый агрегат, производительностью 1000 л/с, оснащён мощным высокоэффективным двигателем и системой частотного регулирования.



Проблема возникновения коррозии при перекачивании тёплой морской воды была крайне актуальна при реализации этого проекта, так как забираемая морская вода летом могла достигать температуры +25°C. Соответственно, детали насоса, контактирующие с перекачиваемой средой, были выполнены из специального сплава Noridur (дуплексная нержавеющая сталь), который обладает высокой коррозионной и абразивной устойчивостью и применяется при перекачивании таких химически агрессивных жидкостей, как тёплая морская вода, концентрированные кислоты и перекачиваемая среда в процессах сероочистки дымовых газов.

По тем же причинам диски поворотных затворов Isogia, которые выполняют функции перекрытия и регулирования подачи морской воды, защищены коррозионным покрытием Halar. Эти затворы диаметром от DN50 до DN700 оснащены как ручным, так и пневматическим приводом. Морская вода подаётся к охлаждающим чиллерам и тепловым насосам, которые производят холодную и горячую воду одновременно.

Следует отметить, что дополнительные газовые котлы завершают общую конструкцию, чтобы гарантировать непрерывность работы установки при любых обстоятельствах.



После обработки на геотермальной станции тепловая энергия поступает в здания Euroméditerranée для отопления или кондиционирования воздуха по контурам теплоснабжения, где температура горячей воды составляет +60°C, и контурам холодоснабжения (+5°C).

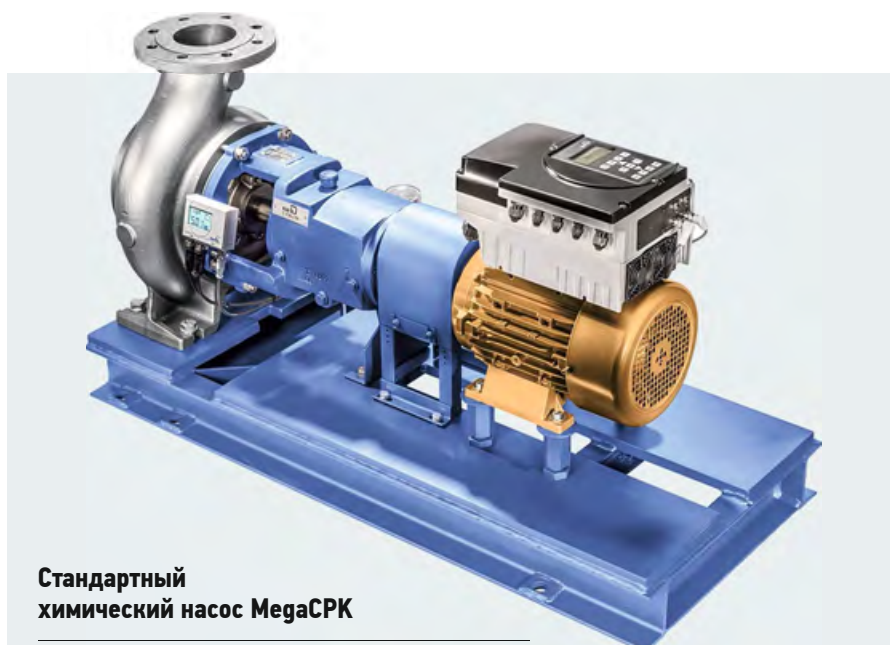
Протяжённость сети в 3 км требовала применения мощных насосных агрегатов, которые эффективно бы работали в системах тепло- и холодоснабжения. Каждый из этих двух контуров оснащён

четырьмя новейшими насосами KSB MegaCPK (всего восемь) мощностью 160 и 355 кВт. При выборе этих агрегатов учитывали не только их способность обеспечить требуемый напор, но и высокую производительность при изменяющейся скорости вращения. Коэффициент полезного действия насосов MegaCPK стабильно сохраняется на высоком уровне (порядка 84%) при скорости как 1500, так и 1750 об/мин.

Кроме насосов этой серии компания KSB поставила насосы Etanorm мощностью 75 кВт и производительностью 650 м<sup>3</sup>/ч и Etaline на теплообменники и рециркуляцию. 150 единиц центрических дисковых затворов серии Voax B с ручным или пневматическим приводом в диапазоне от DN100 до DN600.

Морская геотермальная энергетика имеет ряд преимуществ по сравнению традиционной тепловой энергетикой, прежде всего с экологической точки зрения. Централизованное производство холода и тепла способствует уменьшению парникового эффекта. С финансовой точки зрения цена произведённой тепловой энергии примерно на 10% ниже по сравнению с децентрализованными системами, а изменения тарифов на электроэнергию и газ сказываются гораздо менее чувствительно.

Более того, насосы — это компоненты систем, которые потребляют значительное количество электроэнергии, а применение высокотехнологичных насосов KSB позволит реализовать большой потенциал экономии. Таким образом, обитатели эко-города Euroméditerranée в полной мере смогут оценить работу систем отопления и кондиционирования воздуха, основанную на использовании новейших морских геотермальных технологий. ●



### Стандартный химический насос MegaCPK

Горизонтальный насос со спиральным корпусом, имеющим поперечный разъём, в процессной конструкции, с радиальным рабочим колесом, однопоточный, одноступенчатый, по DIN EN ISO 2858/ISO 5199, с вариантом «мокрого» вала и конической камерой уплотнения. Исполнение по ATEX. Возможна комплектация высокоэффективным синхронным реактивным двигателем SuPremE (класс IE4).

Технические характеристики: присоединительный диаметр — DN 25–250 мм; номинальный расход — до 1160 м<sup>3</sup>/ч; номинальный напор — до 162 м; максимальная рабочая температура — до +400°C; максимальное рабочее давление — до 25 бар.



## Выбираем солнечную установку auroSTEP

Устанавливаем солнечную систему auroSTEP для обеспечения горячей водой частного коттеджа.

**Автор:** Алексей СУЛИМОВ, специалист по проектам «Вайлант Групп Рус»



Мы продолжаем серию публикаций, в которых подбираем для проекта дома системы отопления и водоснабжения. Предположим, что хозяева коттеджа идут в ногу со временем и находятся в гармонии с природой — они решили построить дом в удалённом от городов живописном месте и при его оснащении оборудованием руководствуются экономическими и экологическими показателями в период эксплуатации. В качестве теплогенератора для этого дома в предыдущих номерах мы рассмотрели установку теплового насоса flexoTHERM и подсчитали экономию от работы в тандеме с приточно-вытяжной вентиляционной установкой с рекуперацией тепла gecoVAIR под управлением погодозависимого регулятора multiMATIC 700. Чтобы жильцам этого замечательного дома было не только тепло, но и комфортно, мы подготовили проект системы ГВС.

Рассчитаем в первом приближении потребность жильцов в горячей воде.

Согласно проекту А-642, представленному журналом «Современный Дом» (dom-plan.ru), в доме площадью 223 м<sup>2</sup> расположены четыре точки разбора горячей воды, а именно: три раковины с расходом 8 л/мин. (в кухне и двух санузлах) и душ/ванна с расходом 15 л/мин.

1. В пиковый разбор воды все краны одновременно будут открыты 10 минут, поэтому нужно обеспечить объём:

$$(3 \times 8 \text{ л/мин.} + 1 \times 16 \text{ л/мин.}) \times 10 \text{ мин.} = 400 \text{ л.}$$

2. Для обеспечения четырёх-шести человек горячей водой при комфортном уровне потребления требуется:

$$6 \times 60 \text{ л/сут.} = 360 \text{ л/сут.}$$

Таким образом, суточная потребность составит порядка 360 л воды температурой 45°C, при этом нужно предусмотреть возможность пикового десятиминутного разбора, во время которого может понадобиться до 400 л горячей воды. Конечно же, это теоретический расчёт максимальной потребности, и в реальности достижение этих показателей маловероятно, но мы должны быть готовы ко всему. Далее можно пойти несколькими путями:

1. Обеспечить нагрев до температуры 45–50°C и запас воды в ёмкости объёмом 350–450 л — пользователь получает нужную ему температуру в кране без смешения с холодной водой.

2. Обеспечить нагрев до температуры 70–80°C и запас воды в ёмкости объёмом 150–250 л — пользователь получает нужную ему температуру в кране при смешении с холодной водой.

3. Обеспечить возможность приготовления горячей воды требуемой температуры в проточном режиме.

Эти и другие варианты могут быть применимы или нет по различным причинам — от предпочтений жильцов по пользованию горячей водой до ограничений габаритами помещения котельной.

Ассортимент Vaillant позволяет предложить решение практически любого запроса — ниже некоторые из них.

### 1. Обеспечение запаса воды требуемой температуры

Данная задача решается на базе самой простой, но от этого не менее эффективной самоопорожняющейся установки auroSTEP plus/4. Система auroSTEP plus/4 состоит из следующих элементов:

- моно- или бивалентный аккумулятор ГВС на 150, 250 или 350 л;
- от одного до трёх плоских солнечных коллекторов VFК 135/2 VD;
- высокоэффективный насосный модуль со встроенным контроллером (может также управлять «догревом» от дополнительного теплогенератора).

Нуждам рассматриваемого объекта по ГВС соответствует модель auroSTEP plus/4 3.350 VF, состоящая из трёх солнечных панелей и ёмкости объёмом 350 л. Ёмкость может быть разогрета до целевой температуры (45–50°C и даже 70–80°C) за счёт энергии солнца. На случай, если солнечной активности недостаточно, в ёмкости предусмотрен второй змеевик для «догрева» с помощью дополнительного теплогенератора. Автоматика системы позволяет настроить целевые температуры для всех интегрированных теплогенераторов, анализирует момент включения и отслеживает вклад каждого из них.

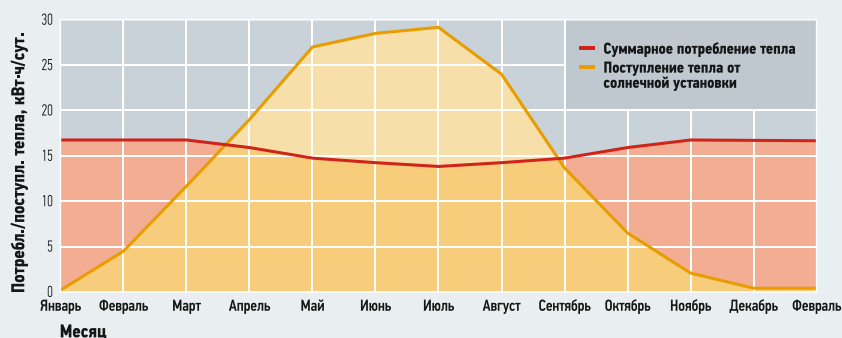


Рис. 1. Тепловой баланс системы по месяцам

В рассматриваемом примере выбранная установка обеспечивает вклад в подготовку ГВС в размере 60% (рис. 1). Суммарное потребление тепла для ГВС — ориентировочно 5700 кВт·ч/год. При цене электричества 5 руб. за кВт·ч получаем годовую экономию в размере:

$$5700 \text{ кВт·ч/год} \times 0,6 \times 5 \text{ руб/кВт·ч} = 17\,100 \text{ руб/год.}$$

Необходимо отметить, что на графике выше видны излишки поступающего от солнечной установки тепла (светло-жёлтая зона, не пересекающаяся с розовой) — они никоим образом не оказывают вредного воздействия на нашу систему (возможность закипания, напомним, исключена конструктивными особенностями установки). При этом можно сконфигурировать систему, в которой будет полезно использовано всё тепло от солнечной установки — на ГВС, на поддержку отопления и бассейна (если есть). Для этого рассмотрим следующее решение поставленных ранее задач.

## 2. Приготовление горячей воды требуемой температуры в проточном режиме

Задача решается также на основе системы DrainBack. Только теперь получаемое от солнца тепло будем направлять не в змеевик косвенного водонагревателя, как в предыдущем примере, а в буферную ёмкость allSTOR exclusive. Эта модель водонагревателя имеет возможность накапливать энергию от разных теплогенераторов с разными температурными графиками — от теплового насоса и кон-

денсационного котла до твердотопливного котла и солнечной установки. При этом отдавать аккумулируемую энергию можно на разных потребителей — как на тёплые полы и радиаторы, так и на ГВС — посредством насосных групп.

Для организации ГВС применяется специальная станция приготовления горячей воды — aquaFLOW VPM...W, состоящая из теплообменника, насоса контура буфера и автоматики. Станция реагирует на проток в кране потребителя от 2 л/мин. и может обеспечить до 25 л/мин. воды температурой 45°C при температуре в буферной ёмкости 65°C. Данные приведены для установки, которая полностью обеспечит жильцов рассматриваемого дома горячей водой — aquaFLOW VPM 20/25/2 W в комбинации с allSTOR exclusive VPS 500/3-7. Данный комплект гармонично дополняет выбранную ранее систему с тепловым насосом и приточно-вытяжной вентиляцией. Возвращаясь к основной теме обсуждения, подберём систему солнечных коллекторов, которая будет работать на буферную ёмкость, то есть одновременно и на подготовку воды, и на поддержку отопления.

По уже знакомой технологии DrainBack работает насосная группа auroFLOW VPM 15-30 D. На основе каскада таких станций можно обеспечить нагрев от 48 солнечных коллекторов VFK 135/2 VD. Для нашей задачи будет достаточно четырёх коллекторов и станции VPM 15D.

Всей системой будет «дирижировать» автоматика нового поколения — автоматический погодозависимый регулятор

отопления multiMATIC 700. Регулятор управляет контурами отопления и ГВС, анализирует работу всех теплогенераторов, определяет их периоды включения и рассчитывает вклад каждого из них.

Кстати, давайте посчитаем экономию от вклада солнечной установки.

Суммарное теплоснабжение на поддержание отопления и обеспечение ГВС в рассматриваемом примере составляет приблизительно 43 000 кВт·ч/год. С учётом применения установки gecoVAIR теплоснабжение снижается на 7410 кВт·ч/год. От солнечных коллекторов мы получим порядка 4400 кВт·ч/год, что в рублёвом эквиваленте даёт:

$$4400 \text{ кВт·ч/год} \times 5 \text{ руб/кВт·ч} = 22\,000 \text{ руб/год.}$$

Что делать, если хозяева захотят оборудовать дом дополнительными удобствами, например, небольшим (3×7 м) открытым бассейном на заднем дворе? И на этот случай у Vaillant тоже есть решение.

Для поддержания заданной температуры в бассейне (21 м² при средней глубине 2,5 м) требуется 21 000 кВт·ч/год. Сохранив преимущества самоопорожняющейся системы, можем добавить к выбранной ранее установке из четырёх VFK 135/2 VD и VPM 15D ещё четыре коллектора и модуль расширения для насосной группы VPM D. Буферную ёмкость можно не менять, автоматика перенаправит тепло от солнца напрямую в бассейн, переключит на ёмкость при соответствующем запросе. Получившаяся солнечная установка покроет порядка 95% затрат на ГВС (если будет работать исключительно на ГВС), 50% затрат на поддержание температуры бассейна.

Посчитаем экономию от работы солнца на всю систему, то есть на ГВС, поддержание отопления и бассейна: суммарное потребление (с бассейном) составит 64 000 кВт·ч/год; вклад солнечной установки — 21,5%. Получаем годовую экономию в размере:

$$64\,000 \text{ кВт·ч/год} \times 0,215 \times 5 \text{ руб/кВт} = 68\,800 \text{ руб/год.}$$

Вот так экологически ответственная, шагающая в ногу со временем семья планирует обустроить свой дом, обеспечив себе максимальный уровень комфорта.

Обратите внимание, что мы не делаем общих выводов о целесообразности применения описанных технологий, мы лишь показываем, как они работают и какой от них эффект. В статье приведены ориентировочные расчёты, которые могут иметь отклонения в ту или иную сторону в зависимости от различных переменных. Каждый объект уникален и требует индивидуального подхода при расчётах. ●

### Система Vaillant DrainBack

Самоопорожняющиеся (DrainBack) системы Vaillant не подвержены перегревам в летний период в отсутствие разбора тепла, а также защищены от замерзания теплоносителя зимой. Системы DrainBack оптимально используют энергию солнца для приготовления горячей воды, подогрева воды в бассейне и могут поддерживать систему отопления. В дни, когда солнечного излучения недостаточно, дополнительный нагрев может происходить от котла, использующего в качестве топлива традиционные виды энергии: электричество, газ, жидкое топливо.





## К вопросу определения количества тепловой энергии для отопления зданий\*

Оплату за отопление производят двумя способами: ежемесячно равными долями в размере 1/12 годового потребления тепловой энергии (независимо от фактического ежемесячного количества поставленной тепловой энергии) или же в каждый месяц отопительного периода в соответствии со среднемесячной температурой наружного воздуха. Способы эти по-разному удобны и приемлемы для потребителей и поставщиков тепловой энергии. При этом возникает множество спорных вопросов, которые часто доводятся до судебных тяжб.

Автор: Б.А. КРУПНОВ, к.т.н.;  
Д.Б. КРУПНОВ, инженер

\* Статья предлагается в порядке обсуждения.

Итак, как известно, потребители тепловой энергии производят оплату за отопление двумя способами. По первому способу оплата потребителями осуществляется ежемесячно равными долями в размере 1/12 годового потребления тепловой энергии — независимо от фактического ежемесячного количества поставленной тепловой энергии для отопления. При этом величина тепловой энергии в следующем году уточняется с учётом действительного количества потреблённой тепловой энергии в прошедшем году (в зависимости от температуры наружного воздуха в течение прошедшего отопительного периода).

По второму способу оплата осуществляется в каждый месяц отопительного периода в соответствии со среднемесячной температурой наружного воздуха.

Первый способ оплаты позволяет теплоснабжающим организациям получать оплату равномерно в течение всего года при условии неизменности схемы поставки тепловой энергии.

Однако при оплате за тепловую энергию по первому способу в ряде регионов часто возникают и решаются спорные вопросы в судах, когда происходит смена теплоснабжающей организации и появляется необходимость определения доли фактического потребления тепловой энергии за отопительный период, предшествующий смене теплоснабжающей организации.

В этом случае рекомендуется использовать требования, установленные Постановлением Правительства Российской Федерации от 23 мая 2006 года №306 «Об утверждении Правил установления и определения нормативов потребления коммунальных услуг и нормативов потребления коммунальных ресурсов в целях содержания общего имущества в многоквартирном доме», позволяющие расчётным путём определить долю тепловой энергии, потребляемой в каждый месяц отопительного периода.

В данных Правилах представлена формула для расчёта количества тепловой энергии [Гкал/год], необходимой для отопления многоквартирного дома или жилого дома в каждом месяце:

$$Q_0 = q_{\max} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{см}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{ро}}} 24 n_m 10^{-6},$$

$$\Delta t_{\text{см}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{см}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{ро}}},$$

где  $q_{\max}$  — расчётная часовая тепловая нагрузка на отопление многоквартирного дома или жилого дома, ккал/ч;  $t_{\text{вн}}$  — средняя температура внутреннего воздуха отапливаемых жилых помещений

многоквартирного дома или жилого дома, °С;  $t_{\text{см}}$  — среднемесячная температура наружного воздуха каждого месяца, принимаемая в соответствии с табл. 5.1 Свода Правил 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*», °С;  $t_{\text{ро}}$  — расчётная температура наружного воздуха для проектирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, принимаемая в соответствии с табл. 3.1 Свода Правил 131.13330.2012, °С;  $n_m$  — продолжительность отопительного периода [сут.] в месяце; 24 — количество часов в сутках;  $10^{-6}$  — коэффициент перевода из килокалорий в гигакалории.

**Первый способ оплаты за тепловую энергию позволяет теплоснабжающим организациям получать оплату равномерно в течение всего года при условии неизменности схемы поставки тепловой энергии. Однако при оплате за тепловую энергию по первому способу в ряде регионов часто возникают и решаются спорные вопросы в судах, когда происходит смена теплоснабжающей организации и появляется необходимость определения доли фактического потребления тепловой энергии за отопительный период, предшествующий смене теплоснабжающей организации**

Как известно, температура наружного воздуха разной обеспеченности, принимаемая в СП 131.13330.2012, рассчитана по данным наблюдений за период с 1966 по 2010 годы.

Необходимо отметить, что количество тепловой энергии, предъявляемой населению к оплате за конкретный месяц по расчёту с использованием значений температуры  $t_{\text{см}}$  по табл. 5.1 Свода Правил 131.13330.2012, не тождественно количеству фактически потреблённой потребителями тепловой энергии в этом месяце. Это можно объяснить тем, что в разные годы среднемесячная температура каждого месяца отопительного периода разная, то есть в отдельные годы может быть меньше или больше. Значения среднемесячной температуры наружного воздуха каждого месяца в городах Москве, Орле, Екатеринбурге и Омске после 2010 года и по Своду Правил 131.13330.2012 представлены в табл. 1, 2, 3 и 4. Соответственно, и разные значения  $\Delta t_{\text{см}}$ .

:: Среднемесячная температура наружного воздуха в Москве\*

табл. 1

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
2012	-7,11	-11,14	-3,11	8,24	15,00	17,13	20,89	17,53	12,79	8,25	1,52	-8,41	5,80
2013	-7,88	-3,90	-6,48	6,25	16,84	19,74	18,87	18,15	9,46	6,59	3,53	-1,60	6,63
2014	-8,92	-1,82	2,93	14,15	19,75	13,73	21,96	15,30	12,28	3,28	-3,65	-3,87	7,09
2015	-5,65	-0,76	2,05	10,78	17,82	17,82	18,01	15,68	13,59	4,28	0,80	0,07	7,87
2016	-11,88	-0,68	0,39	11,56	15,99	18,34	20,92	19,37	11,31	4,28	-2,05	-4,48	6,92
2017	-7,87	-4,40	2,34	5,90	10,96	14,63	17,34	-	-	-	-	-	-
Свод Правил	-7,8	-7,1	-1,3	6,4	13,0	16,9	18,9	16,8	11,1	5,2	-1,1	-5,6	5,4

:: Среднемесячная температура наружного воздуха в Орле\*

табл. 2

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
2012	-6,35	-11,08	-2,34	9,73	12	17,66	21,26	18,59	13,72	7,6	2,28	-7,42	6,72
2013	-6,95	-3,73	-5,03	7,79	18,02	19,72	18,71	18,81	9,32	6,95	3,96	-2,51	7,09
2014	-9,25	-294	2,95	13,67	20,76	14,06	21,73	15,42	12,71	4,35	-3,17	-4,14	7,18
2015	-4,1	-2,07	2,35	10,64	18,91	17,72	19,05	16,73	15,11	3,9	1,59	-0,02	8,32
2016	-10,04	-0,3	1,04	11,18	15,44	18,22	20,09	19,78	12,08	4,94	-1,22	-4,7	7,28
2017	-5,8	-4,77	3,12	8,09	12,68	15,92	17,92	-	-	-	-	-	-
Свод Правил	-7,8	-7,3	-1,9	6,9	13,9	17,2	18,7	17,6	11,9	5,7	-0,6	-5,4	5,7

\* После 2010 года и по Своду Правил 131.13330.2012.

При этом значение расчётной температуры наружного воздуха для проектирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха можно принимать по табл. 3.1 СП 131.13330.2012 при определении с достаточной точностью количества тепловой энергии в каждый месяц.

Количество тепловой энергии, соответствующей  $\Delta t_{\text{см}}$ , определённой с использованием среднемесячных температур по табл. 1 в Москве, например, в 2013 году, составит 95 % от количества тепловой энергии, определённой с использованием среднемесячных температур по Своду Правил 131.13330.2012, в 2014-м — 87,5 %, в 2015-м — 79,5 %.

А количество тепловой энергии, определённой с использованием среднемесячных температур по табл. 2 в Орле, в 2013

году составит 92,4 % от количества тепловой энергии, определённой с использованием среднемесячных температур по Своду Правил 131.13330.2012, в 2014-м — 88 %, в 2015-м — 78 %.

В Екатеринбурге количество тепловой энергии, определённой с использованием среднемесячных температур по табл. 3, в 2013 и 2014 годах составит 94 %, а в 2015-м — 87 %. А в Омске количество тепловой энергии, определённой с использованием среднемесячных температур по табл. 4, в 2013 году составит 93 %, в 2014-м — 96 %, в 2015-м — 87 %.

Представленная разница в количестве тепловой энергии на примере четырёх городов существенна и совершенно не безразлична для большинства потребителей тепловой энергии.

Следует отметить, что во многих городах средняя за год температура наружного воздуха, представленная в Своде Правил 131.13330.2012, меньше средней температуры воздуха за год после 2010 года.

В связи с изложенным, до принятия новой редакции свода правил по строительной климатологии для определения более точного количества фактически расходуемой потребителями тепловой энергии на отопление в каждом месяце отопительного периода после 2010 года предлагается использовать в расчётах среднемесячную температуру наружного воздуха каждого месяца  $t_{\text{см}}$  не по табл. 5.1 свода Правил 131.13330.2012, а по данным гидрометеорологической службы для конкретного населённого пункта после 2010 года. ●

:: Среднемесячная температура наружного воздуха в Екатеринбурге\*

табл. 3

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
2012	-13,04	-12,38	-4,99	8,82	14	20,24	21,73	18,13	10,65	5,19	-4,19	-15,41	4,06
2013	-13,89	-8,39	-7,35	5,28	10,41	18,68	19,74	17,5	10,29	2,11	1,15	-8,61	3,9
2014	-13,82	-14,41	-1,41	12,35	15,66	16,26	12,53	15,26	9,03	-2,76	-7,68	-8,54	2,71
2015	-13,45	-5,42	-1,62	18,53	17,48	23,02	16,8	9,44	11,1	-0,09	-7,33	-7,53	5,08
2016	-15,92	-4,08	-3,44	9,77	17,52	17,57	20,09	22,97	10,86	0,62	-11,31	-15	4,14
2017	-13,74	-10,9	-1,71	5,38	10,4	15,49	17,04	-	-	-	-	-	-
Свод Правил	-13,6	-11,8	-4,0	4,3	11,2	16,4	18,5	15,5	9,8	2,5	-5,6	-11,3	2,6

:: Среднемесячная температура наружного воздуха в Омске\*

табл. 4

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
2012	-20,81	-18,27	-4,65	8,53	13	20,78	22,56	17,73	11,52	3,91	-8,83	-23,47	1,83
2013	-16,29	-12,87	-6,96	5,82	9,17	16,7	19,03	17,06	9,28	2,52	-6,73	-10,56	2,68
2014	-17,25	-19,25	-3,84	13,96	11	21,12	14,68	18,32	8,64	-1,62	-12,76	-12,43	1,71
2015	-19,93	-10,56	-5,53	14,85	14,82	21,83	19,75	13,61	9,95	1,68	-8,92	-8,12	3,62
2016	-22,5	-7,23	-3,55	10,65	17,56	18,22	19,47	19,19	12,32	-1,16	-13,35	-15,53	2,84
2017	-14,77	-14,47	-5,45	5,98	13,18	19,99	19,58	-	-	-	-	-	-
Свод Правил	-17,9	-15,9	-7,8	3,7	12,1	17,7	19,5	16,3	10,5	2,8	-7,3	-14,3	1,7

\* После 2010 года и по Своду Правил 131.13330.2012.





## Система мер по обеспечению надёжности теплоснабжения малых городов

Рассмотрены\* критерии, определяющие надёжность систем теплоснабжения городов Приднестровья. Определена система мер, обеспечивающая бесперебойное снабжение теплом потребителей в течение отопительного периода.

**Автор:** Т.И. ЛОХВИНСКАЯ,  
Бендерский политехнический филиал  
Государственного образовательного  
учреждения «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»  
(БПФ ГОУ «ПГУ им. Т.Г. Шевченко», ПМР)

\* Автор выражает признательность социальным партнёрам и студентам, предоставившим статистические данные и фотоматериалы.

Система теплоснабжения (СТ) населённого пункта — сложное многоэлементное техническое сооружение, при выходе из строя элементов или системы в целом она переходит из работоспособного состояния в «отказовое».

В этом случае считается, что система теплоснабжения не выполнила задачу по бесперебойному снабжению тепла потребителю и, как следствие, в течение отопительного периода СТ рассматривается как «перемонтируемая».

На сегодняшний день в Приднестровской Молдавской Республике (ПМР) масштаб теплоснабжения для потребителей различных категорий растёт с каждым отопительным сезоном. Строительство и реконструкция промышленных и гражданских объектов по линии АНО «Евразийская интеграция» и увеличение степени благоустройства жилых домов заставляет предприятия «теплоэнерго» внедрять мероприятия, обеспечивающие надёжность систем теплоснабжения городов и населённых пунктов. Понятие надёжности базируется на вероятностной оценке работы СТ, что, в свою очередь, связано с вероятностной оценкой продолжительности работы её элементов, которая определяется законом распре-

деления времени этой работы. Главный критерий надёжности — безотказная работа элемента или СТ в течение расчётного времени. Надёжность системы теплоснабжения любого населённого пункта определяется качеством элементов систем теплоснабжения, структурным, временным, нагрузочным и функциональным резервированием в системах теплоснабжения; уровнем автоматизации управления технологическими процессами производства, транспортировки, распределения и потребления тепловой энергии и качеством выполнения строительно-монтажных, эксплуатационных и ремонтных работ.

**Строительство и реконструкция промышленных и гражданских объектов по линии АНО «Евразийская интеграция» и увеличение степени благоустройства жилых домов заставляет предприятия «теплоэнерго» внедрять мероприятия, обеспечивающие надёжность систем теплоснабжения городов и населённых пунктов**

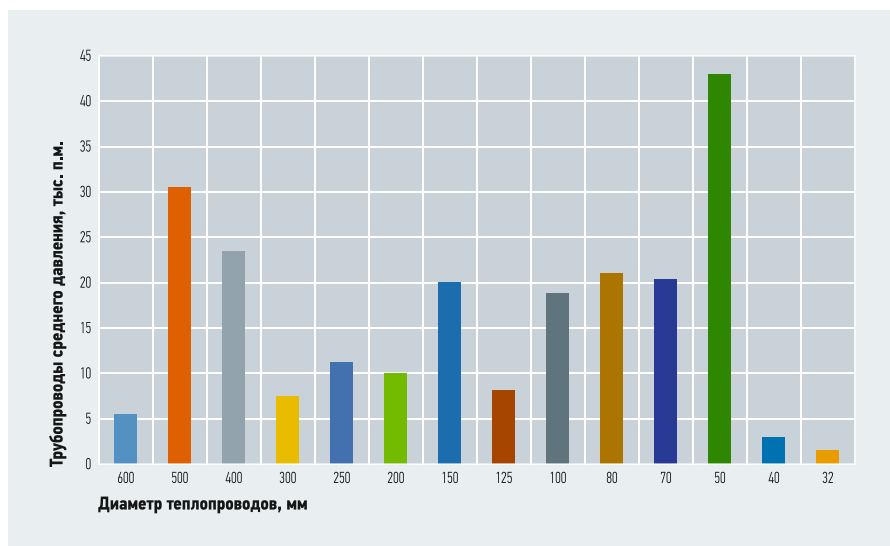
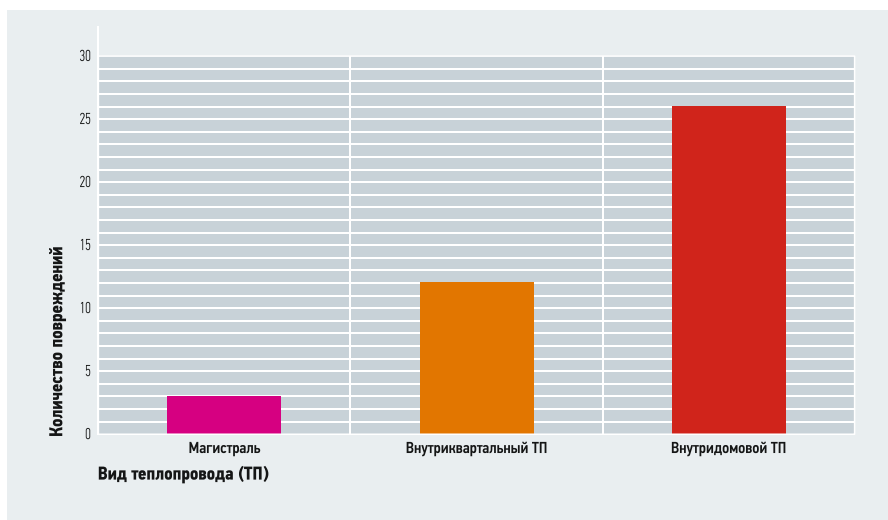


Рис. 1. Протяжённость в погонных метрах трубопроводов среднего давления

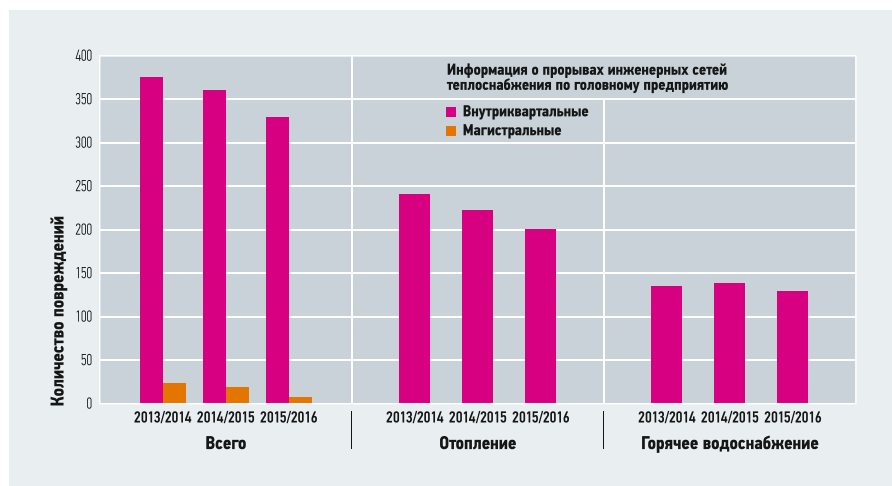


❖ Рис. 2. Количество повреждений на теплопроводах за отопительный период 2015–2016 годов

Для транспортировки и распределения теплоносителя с заданными параметрами в республике эксплуатируется порядка 500 тыс. км магистральных, внутриквартальных и внутридомовых тепловых сетей диаметрами 15–700 мм.

На рис. 1 представлена диаграмма протяжённости теплопроводов в погонных метрах одного района города. За 20–25 лет удельная повреждённость трубопроводов диаметром более 500 мм с учётом срока эксплуатации составляет 1/1 км трассы в год; трубопроводов диаметром менее 150 мм — 3–5/1 км. Для двухтрубной сети трубопроводов среднего давления удельная повреждённость составляет 1–2/1 км. Расчёты по укрупнённым показателям среднего количества повреждений за отопительный период 2015–2016 годов только в одном районе города представлены диаграммой на рис. 2.

При имеющейся в республике протяжённости тепловых сетей и величин удельной повреждённости трубопроводов суммарная величина протечек может достигать достаточно больших значений. В результате растёт расход теплоносителя, расход энергии на его получение и доставку потребителю, сокращается срок службы трубопровода. Серьёзной проблемой при транспортировке тепла является низкое качество элементов тепловых сетей: материала и конструкции трубопроводов и каналов, защиты от коррозии, тепловой изоляции, запорной арматуры. Таким образом, появляется реальная экономическая основа для внедрения эффективных технических решений для повышения надёжности тепловых сетей. Большое значение для повышения надёжности и экономичности работ по эксплуатации и ремонту имеет эксплуатационная диагностика состояния водо- и теплопроводов. В настоящее время техническое состояние водоводов определяется при помощи гидравлических испытаний, визуального осмотра при вскрытии от-



❖ Рис. 3. Результаты мониторинга показателей надёжности систем теплоснабжения

дельных участков магистральных и внутриквартальных сетей и визуального определения оценки состояния внутридомовых сетей. Определение реального состояния трассы позволяет существенно сократить объёмы необоснованной замены эксплуатируемых трубопроводов.

Повышение технического состояния магистральных теплопроводов достигается применением пенополиминеральной (ППМ) изоляции, обладающей высокой прочностью гидрозащитного слоя, необходимой долговечностью и надёжностью в эксплуатации. При длительной эксплуатации с учётом гидрогеологических условий исходные свойства ППМ-изоляции сохраняются.

Следующее техническое решение для повышения надёжности тепловых сетей города — установка компенсационных устройств. Самая популярная форма решения данной проблемы — создание в системе теплоснабжения П-образных колен, однако это в значительной степени повышает стоимость трубопроводов, требует дополнительных устройств и мест для их размещения. По этой причине в последнее время в регионе устанавливаются сильфонные компенсаторы.

Установка приборов учёта тепловой энергии предприятиями малого, среднего бизнеса, промышленными предприятиями позволяет осуществлять качественный мониторинг энергозатрат и производить расчёт с теплоснабжающей организацией в соответствии с актами потребления тепловой энергии.

Повсеместная замена внутридомовых сетей из металла на трубы из полипропилена для систем отопления и горячего водоснабжения для долговременной подачи горячей воды с температурой до 85°C и давлением до 25 атм даёт 10% экономии энергозатрат. Простота монтажа, устойчи-

вость к электрохимической коррозии, отсутствие ржавчины, гниения, малые потери давления при транспортировке, низкий коэффициент теплопроводности способствуют широкому применению полипропиленовых труб как на внутридомовых, так и на внутриквартальных сетях теплоснабжения.

Перечень перечисленных мероприятий даёт реальную картину качественно-количественного улучшения надёжности как элементов, так и системы теплоснабжения в целом (рис. 3), что говорит о выполнении задачи по бесперебойному снабжению теплом потребителей в городах Приднестровья. ●

1. Кравченко Г.М., Бабенков В.И., Быков А.Б. Повышение эффективности работы открытых систем теплоснабжения: Учеб. пособ. для вузов по напр. «Строительство». — Ростов-на-Дону: Ростов. гос. строит. ун-т, 2002. 48 с.
2. Копко В.М. Теплоснабжение. — М.: Изд-во «АСВ», 2012. 336 с.
3. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. — М.: ИД «МЭИ», 2006. 472 с.
4. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети. — М.: Госстрой России, 2003.
5. СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. — М.: Госстрой России, 2004.
6. Интернет-портал АНО «Евразийская интеграция», раздел «Проектъ». Режим доступа: eurasianintegration.ru. Дата обращения 10.12.2014.



## Монотермическая установка\*

Рассмотрен термодинамический способ использования низкопотенциальной тепловой энергии с температурой, равной температуре окружающей среды, путём соединения вместе теплового насоса и теплового двигателя с принципиально разными термодинамическими свойствами. Выполнен расчёт, показывающий принцип создания устройства работающего от одного источника тепла, — монотермической установки. Определена область применения монотермической установки.

Автор: А.С. ЯЙЛИ, инженер-конструктор

\* Статья предлагается в порядке обсуждения. Мнение редакции журнала, основанное на классической научной школе, может не совпадать со мнением автора.



Монотермическая установка — альтернатива энергоносителям. Окружающее тепло — неисчерпаемый вид топлива. Создаём установку с таким топливом.

Соединяем вместе тепловой насос и тепловой двигатель способом, указанным в учебнике (например, [1]), как это показано на рис. 1. Минувя все теоретические изыскания, диапазон температур определяем от  $-30$  до  $+20^\circ\text{C}$ .

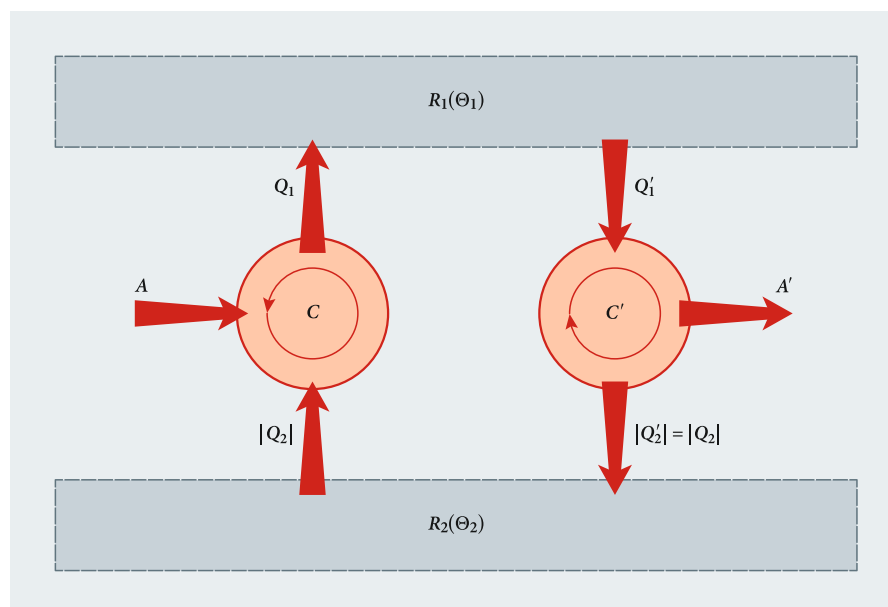
Рабочее тело для теплового насоса берём октафторциклобутан RC318 ( $\text{C}_4\text{F}_8$ ), а для теплового двигателя в качестве рабочего тела выбираем трихлорфторметан R11 ( $\text{CCl}_3\text{F}$ ). У этих двух веществ принципиально разные термодинамические свойства. RC318 ( $\text{C}_4\text{F}_8$ ) можно, как показано на диаграмме, из газовой фазы адиабатически сжать до полной конденсации в жидкость, в то время как у трихлорфторметана R11 ( $\text{CCl}_3\text{F}$ ) при таком же адиабатическом сжатии линия изоэнтропии уходит от линии конденсации.

Термодинамические диаграммы используем из [2]. Строим обратимые простейшие циклы и вычисляем по этим циклам КПД. Он, соответственно, для цикла на RC318 ( $\text{C}_4\text{F}_8$ ) равен 14,6 %, а для цикла

на R11 ( $\text{CCl}_3\text{F}$ ) составляет 19,7 %. Расставляем коэффициенты по движениям энергий в схему тандема «тепловой насос — тепловой двигатель» (рис. 1). Получаем схему, представленную на рис. 2.

Как видно из схемы, тепловым насосом из нижней исходной точки (НИТ) отбирается 0,854 единицы тепла, а тепловым двигателем возвращается только 0,803 единицы тепла. Разница составляет  $\delta = 0,051$  единиц. Напоминаю, что такой вывод есть в любом учебнике по термодинамике в разделе, посвящённой доказательству теоремы Карно.

**Монотермическая установка — альтернатива энергоносителям. Окружающее тепло — неисчерпаемый вид топлива. Создаём установку с таким топливом. Соединяем вместе тепловой насос и тепловой двигатель способом, указанным в учебнике, как это показано на рис. 1. Минувя все теоретические изыскания, диапазон температур определяем от  $-30$  до  $+20^\circ\text{C}$**



⊞ Рис. 1. Принципиальная схема тандема «тепловой насос — тепловой двигатель»

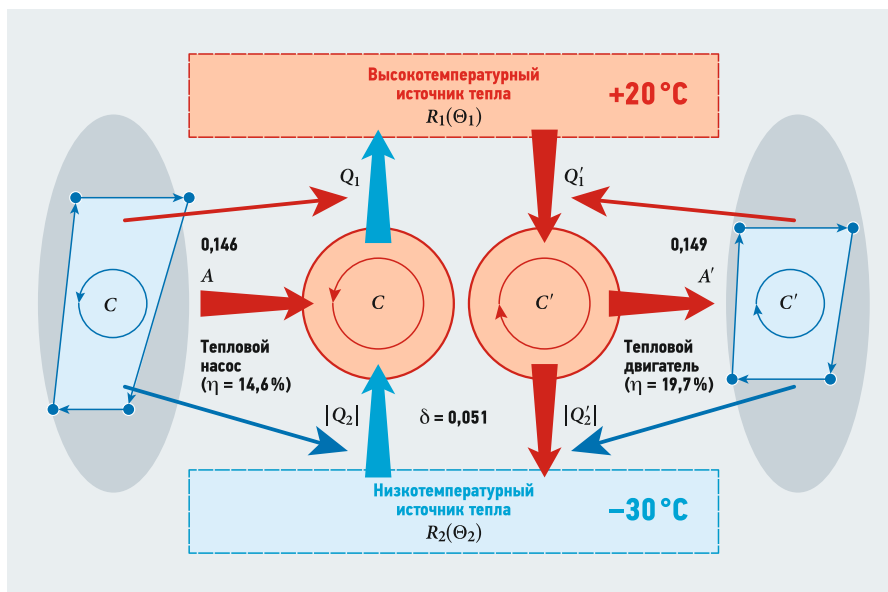


Рис. 2. Принципиальная схема предлагаемой монотермической установки

То есть для предотвращения понижения температуры НИТ в него необходимо «добавлять» извне 0,051 единиц тепла. Так как температура НИТ составляет  $-30^{\circ}\text{C}$ , то 0,051 единиц тепла можно взять из атмосферы (естественно, температура должна быть выше  $-30^{\circ}\text{C}$ ) или из мирового океана. Результирующая механическая работа равна  $A' - A = 0,197 - 0,146 = 0,051$ , что соответствует  $\delta = 0,051$ .

Если выходная мощность теплового двигателя 19,7 кВт, то выход «дармовой» энергии составит 5,1 кВт.

Стоит отметить, что в идеале работа монотермической установки соответствует определению «вечного двигателя» в части 100%-го преобразования тепловой энергии в механическую работу одним циклом. В реальности из-за потерь всех видов в механическую энергию будет преобразовываться менее 0,051 единиц тепловой энергии. И монотермическая уста-

новка под определение вечного двигателя не подходит. К тому же есть топливо — тепловая энергия (окружающее тепло).

Поскольку на диаграммах есть изолинии плотности рабочего тела, то без труда можно вычислить физические параметры монотермической установки при заданной выходной мощности: диаметр цилиндров, количество оборотов и т.д.

В 2000-х годах был произведён прорыв в термодинамике. В Америке нашим соотечественником Александром Калиной был создан водоаммиачный двигатель с выдающимися характеристиками, который работает при перепаде температур от  $+18$  до  $+80^{\circ}\text{C}$ . Сейчас на таком тепловом двигателе работает вся геотермальная энергетика. Но почему-то никто не заметил, что появилась возможность создать более эффективную монотермическую установку (прошу не путать с двигателем!).

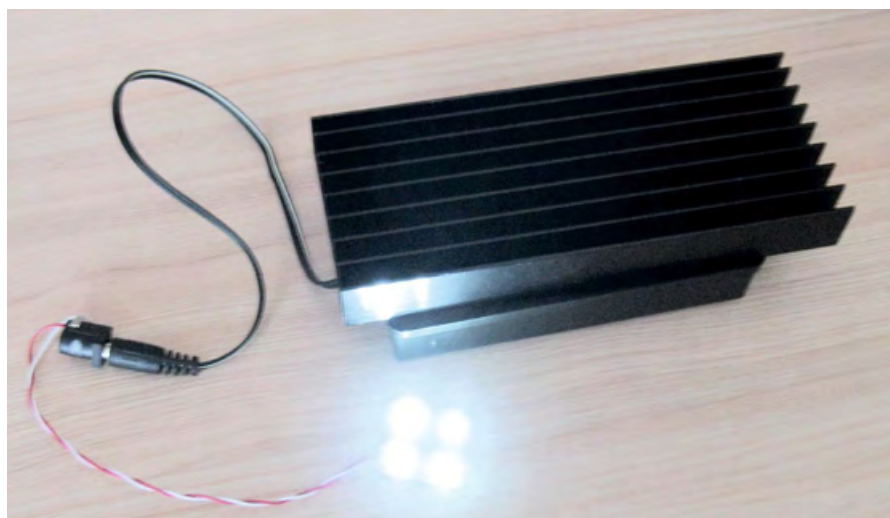
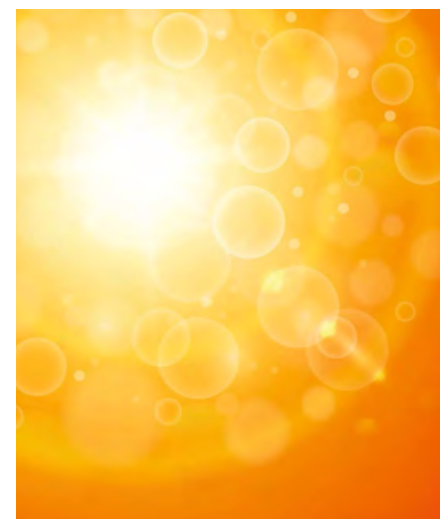


Рис. 3. Внешний вид монотермической установки

На интернет-ресурсе «Тенета» есть статья Александр Калины «Энергия упорства» [3], где изобретатель даёт интервью, посвящённое истории создания водоаммиачного двигателя и внедрения его в промышленность. Рабочие тела R11 и RC318 выбраны для наглядности. А для постройки опытного образца лучше выбрать водоаммиачный двигатель на тепловом цикле Калины и тепловой насос на RC318. Эти две машины имеются в свободной продаже.



**В идеале работа монотермической установки соответствует определению «вечного двигателя» в части 100%-го преобразования тепловой энергии в механическую работу одним циклом. В реальности из-за потерь всех видов в механическую энергию будет преобразовываться менее 0,051 единиц тепловой энергии**

Напоминаю, что  $\delta = 0,051$  единиц тепла мы берём снаружи системы, внутри которой находится тепловой насос и тепловой двигатель. А из этой системы наружу выходит крутящийся вал, к которому подсоединена нагрузка, например, электрогенератор. Получаем внешний вид монотермической установки, изображённой на рис. 3.

Монотермическая установка даёт неограниченное количество абсолютно чистой и неисчерпаемой (пока светит Солнце и даёт тепло) энергии. Поэтому область её применения не ограничена. ●

1. Кубо Р. Термодинамика. — М.: Мир, 1970.
2. Термодинамические диаграммы  $i\text{-lg}(p)$  для хладагентов. — М.: Ависанко, 2003. 50 с.
3. Калина А. Энергия упорства [Электр. ресурс]. Режим доступа: teneta.rinet.ru. Дата обрац. 17.08.2017.



# Сравнительный анализ методов определения теплоэнергетических характеристик эксплуатируемых зданий

## Введение

Требования к теплотехническим характеристикам зданий изменяются вместе с изменением стоимости энергоносителей. Если в [1] требования к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций выбирались только из соображения теплового комфорта, то в [2, 3] были установлены нормируемые значения для сопротивления теплопередаче для ограждающих конструкций, а в [3, 4] — нормативные значения для удельного годового потребления тепловой энергии на отопление зданий. Удельное годовое потребление тепловой энергии на отопление устанавливается также в нормативных документах стран Евросоюза [5] и РФ [6]. Из нормативных требований, предъявляемых к названному показателю, следует необходимость разработки измерительных методик, обеспечивающих проверку соответствия эксплуатационных значений показателя расчётным. Такая необходимость может возникнуть как при приёмке зданий, так и на разных стадиях эксплуатации, например, при выполнении работ по энергетической сертификации.

Показатель «удельное годовое потребление тепловой энергии на отопление» относится не к зданию как конструктивной системе, а характеризует его с учётом климатических условий, заселённости здания и условий его эксплуатации. Поэтому значение показателя удельного расхода тепловой энергии на отопление, измеренное

**Показатель «удельное годовое потребление тепловой энергии на отопление» характеризует здание с учётом климатических условий, заселённости здания и условий его эксплуатации. Поэтому значение показателя удельного расхода тепловой энергии на отопление, измеренное в конкретных климатических условиях и в условиях эксплуатации здания, может существенно отличаться от расчётного**

в конкретных климатических условиях и в условиях эксплуатации, может существенно отличаться от расчётного. Для оценки соответствия показателя проектным или нормативным требованиям его необходимо привести к расчётным условиям. Анализ расчёта показателя «удельное годовое потребление тепловой энергии на отопление» в соответствии с [3] показывает, что для приведения значений расхода тепловой энергии на отопление, полученных по показаниям счётчика тепловой энергии, к расчётным условиям требует дополнительной информации о параметрах:

- температура воздуха в здании;
- температура наружного воздуха;
- мощность бытовых тепловыделений;
- энергия солнечной радиации, поступающей в здание.

УДК 728.1.012:658.260-27.236

## Сравнительный анализ методов определения теплоэнергетических характеристик эксплуатируемых зданий

Л. Н. Данилевский, д.т.н., первый заместитель директора; С. Л. Данилевский, старший научный сотрудник, государственное предприятие «Институт жилища — НИПТИС им. Атаева С.С.» (г. Минск)

В статье выполнен сравнительный анализ точности и трудоёмкости определения удельного потребления тепловой энергии на отопление зданий для расчётных условий двумя методами: по двухступенчатой процедуре, когда на первом этапе по архиву показаний счётчика тепловой энергии определяется значение коэффициента удельных теплопотерь здания, а на втором — удельного потребления тепловой энергии на отопление зданий для расчётных условий; по упрощённой методике, которая основана на обработке показаний счётчика тепловой энергии на отопление зданий, потреблению горячей воды в здании, значениям температуры воздуха в здании и наружной температуры. Приведены данные по экспериментальному определению названного показателя по двум методам. Показаны преимущества первой методики с точки зрения трудоёмкости, так как для её использования достаточно использование архива показаний счётчика тепловой энергии в здании, и повышенной точности измерений. Недостаток — чувствительность к качеству регулирования теплоснабжением здания. Анализ полученных результатов показал, что при наличии в здании функционирующей системы управления теплоснабжением предпочтение следует отдать двухступенчатой процедуре определения удельного потребления тепловой энергии на отопление для расчётных условий. При сомнительном качестве работы системы регулирования следует использовать упрощённую методику определения этого показателя.

**Ключевые слова:** удельное потребление тепловой энергии на отопление, расчётные условия эксплуатации, измерения, коэффициент удельных теплопотерь, статистические характеристики.

UDC 728.1.012:658.260-27.236

## The comparative analysis of methods of definition of heat power indicators of the operated buildings

L. N. Danilevsky, Doctor of Engineering Sciences, first Deputy Director; S. L. Danilevsky, Senior Research Officer, State-run Enterprise "Ataev Institute of accommodation" (Minsk city)

In article the comparative analysis of accuracy and labor input of definition of heating demand of thermal energy on heating of buildings for settlement conditions is made by two methods: according to the two-level procedure when at the first stage value of coefficient of thermal losses of the building is determined by archive of indications of the counter of thermal energy, and on the second — the heating demand of thermal energy on heating of buildings for settlement conditions; by the simplified technique which is based on processing of indications of the counter of thermal energy on heating of buildings, to consumption of hot water in the building, to values of air temperature in the building and external temperature. Data on experimental definition of the called indicator on two methods are provided. Advantages of the first technique, as from the point of view of labor input since definition of specific consumption of thermal energy on heating requires also rather enough use of archive of indications of the counter of thermal energy in the building, and the increased accuracy of measurements are shown. Shortcoming — sensitivity to quality of regulation by building heat supply. The analysis of the received results showed that in the presence preference should be given in the building of the functioning control system of heat supply to the two-level procedure of definition — the heating demand of thermal energy on heating for settlement conditions. At doubtful quality of work of system of regulation it is necessary to use the simplified technique of definition of this indicator.

**Keywords:** the demand of heating energy on heating, estimated operating conditions, measuring, coefficient of thermal losses of the building, statistical characteristics.

При выполнении энергетического обследования зданий, как правило, получение перечисленной информации затруднительно. Выполнение такой работы, результаты которой приведены в [7, 8] для определения мощности бытовых тепловыделений, потребовало обработки огромного объема статистической информации коммунальных служб и поставщика электрической энергии. Сравнительно просто получить информацию о температуре наружного воздуха, потреблении тепловой энергии на отопление и о потреблении горячей воды жителями. Измерение температуры воздуха в помещениях выполняется на коротких интервалах времени, в то время как для точного определения показателя необходимо обработать информацию по одному или нескольким отопительным сезонам. Эти обстоятельства ставят задачу разработки более простого и надежного способа измерений.

Наиболее доступной при выполнении измерений является следующая информация:

- температура наружного воздуха для условий эксплуатации здания, которую можно получить из данных гидрометеоцентра для станции наблюдений, ближайшей к зданию;
- архив показаний общедомового счётчика тепловой энергии на отопление здания, хранящийся в эксплуатирующей организации.

В качестве исходного целесообразно выбрать показатель, характеризующий здание вне климатических условий и условий его эксплуатации. В [9] предложено понятие удельной тепловой характеристики здания, значение которой равно отношению удельной мощности тепловых потерь при разности температур в 1 К к объёму здания. Эта величина не зависит от условий эксплуатации и характеризует здание как теплоэнергетический объект. Для жилых зданий удобнее нормировать эту величину не к объёму, а к отапливаемой площади здания, значение которой можно получить в эксплуатирующей организации.

По мнению авторов, для этой величины больше подходит название «коэффициент удельных теплопотерь» здания. Эта величина соответствует мощности тепловых потерь при разности температур воздуха снаружи и внутри здания в 1 °С в расчёте на 1 м<sup>2</sup> отапливаемой площади. Зная этот показатель, можно рассчитать значение удельного потребления тепловой энергии на отопление здания для любых расчётных условий [10, 11].

Однако, в случае ручного съёма показаний счётчиков потребления тепловой энергии, возникает проблема дополнительных ошибок, возникающих из-за возможной несвоевременности получения данных и «человеческого фактора», приводящего к ошибкам отсчёта показаний.

### Двухэтапный алгоритм контроля удельного потребления тепловой энергии на отопление зданий для расчётных условий

Наиболее простой метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий для расчётных условий разработан в [11–18]. Задача решается в два этапа:

1. Определяется коэффициент удельных теплопотерь здания  $f_1$  по методике, предложенной в [12, 18]:

$$f_1 = \frac{\sum_{j=1}^J \left[ \sum_{i=1}^{N-1} (q_{ji} \Delta t_{ji}) \right]}{\sum_{j=1}^J \left[ \sum_{i=1}^{N-1} (\Delta t_{ji}^2) \right]}, \quad (1)$$



## Оптимальный выбор для любой задачи

Новые тепловизоры testo 865/868/871/872 обладают лучшим качеством изображения в своем классе и значительно облегчают диагностику зданий и систем.

- Интеллектуальные приборы с Bluetooth и WiFi
- Разрешение до 640x480 пк с технологией SuperResolution
- Объективное сравнение термограмм и автоматическое определение коэффициента излучения с функциями testo ScaleAssist и ε-Assist

На правах рекламы.



Температура наружного воздуха и удельная мощность системы отопления\* табл. 1

Период	Удельная мощность, Вт/м <sup>2</sup>	Температура наружного воздуха, °С
Ноябрь 2013 года	28,47	4,60
Декабрь 2013 года	27,55	-0,60
Январь 2014 года	27,55	-7,70
Февраль 2014 года	30,50	-1,30
Март 2014 года	27,55	5,00
Апрель 2014 года	9,56	4,40

\* В здании г. Могилёва с характеристиками: год постройки — 2009-й; девять этажей; подъездов — два; отапливаемая площадь — 4797 м<sup>2</sup>.

где  $f_1$  — коэффициент удельных теплопотерь здания, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$$q_{ji} = q_{ji} - q_j, \quad (2)$$

здесь  $q_{ji}$  — значение средней удельной мощности источника в отоплении здания на  $i$ -м интервале измерений в  $j$ -м отопительном сезоне, Вт/м<sup>2</sup>;  $q_j$  — значение средней удельной мощности источника в отоплении здания на выбранном интервале измерений в  $j$ -м отопительном сезоне, Вт/м<sup>2</sup>;

$$\Delta t_{ji} = t_{jiout} - t_{jout}, \quad (3)$$

где  $t_{jiout}$  и  $t_{jout}$  — средние значения температур наружного воздуха на соответствующих интервалах измерений, °С.

2. По известному значению  $f_1$  определяется значение удельного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий для расчётных условий по следующей формуле:

$$q_h = 0,024N[\Delta t_{sr}f_1 - \xi(f_2 + \zeta q_s)], \quad (4)$$

где  $\Delta t_{sr} = (t_{in} - t_{out})$ , К;  $q_h$  — удельная среднегодовая мощность источника энергии на отопление и вентиляцию для расчётных условий, Вт/(м<sup>2</sup>·год);  $f_1$  — удельный коэффициент тепловых потерь здания, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $f_2$  — удельная мощность вну-

тренних тепловыделений в здании, принимаемая для расчётов по Вт/м<sup>2</sup>;  $t_{in}$  — расчётная температура воздуха в здании, равная +18 °С;  $t_{out}$  — средняя температура наружного воздуха в отопительном сезоне в соответствии с климатическими условиями местности по [19];  $q_{sr}$  — средний поток солнечной радиации, поступающей в здание, рассчитываемый в соответствии с требованиями [3, 19];  $N$  — количество суток в среднем отопительном сезоне;  $\zeta$  и  $\xi$  — коэффициенты, учитывающие тип системы регулирования и коэффициент усвоения солнечной энергии в здании, соответственно.

Следует отметить, что коэффициенты  $\zeta$  и  $\xi$  вводятся в предположении, что в здании постоянно поддерживается температура +18 °С.

Предложенная в [18] методика определения коэффициента удельных теплопотерь и удельного потребления тепловой энергии на отопление здания наиболее рациональна. Для её использования:

- достаточно получить показания счётчика тепловой энергии в здании за несколько месяцев отопительного сезона;
- дополнительно необходимо получить данные по средней температуре наруж-

ного воздуха на рассматриваемых измерительных интервалах.

Основной предпосылкой для использования методики является наличие общедомового счётчика тепловой энергии на отопление здания и работающей системы регулирования подачи теплоносителя в здание, учитывающей изменение наружных климатических условий.

Следует отметить, что неудовлетворительная работа системы регулирования может исключить возможность определения удельных теплотехнических характеристик по предложенной методике.

Для иллюстрации проблемы в табл. 1 приведены данные по удельному потреблению тепловой энергии в жилом здании, полученные по общедомовому счётчику тепловой энергии на отопление.

**Основной предпосылкой для использования методики является наличие общедомового счётчика тепловой энергии на отопление здания и работающей системы регулирования подачи теплоносителя в здание, учитывающей изменение наружных климатических условий**

В данных, приведённых в табл. 1, изменение мощности источника отопления по показаниям счётчика тепловой энергии в здании совершенно не коррелирует с изменением температуры наружного воздуха. Например, средняя мощность системы отопления в феврале при температуре наружного воздуха -1,3 °С, то есть мощность, отдаваемая системой, выше, чем в январе при температуре наружного воздуха -7,7 °С. Аналогично соотношение мощностей для других месяцев.

Для этого здания применение рассмотренной выше методики даст заведомо ошибочный результат.

**Упрощённая методика измерений**

Для случая недостаточной уверенности в корректности имеющейся информации по ежемесячному потреблению тепловой энергии на отопление — целесообразно использовать упрощённую методику измерения удельного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий для расчётных условий, предложенную в [20]. В этом случае измерения можно выполнять, используя как ежемесячные, так и годовые архивы данных.

Экспресс-метод определения составляющих теплового баланса жилого здания по косвенным измерениям предложен в [9].



В течение определённого промежутка времени выполняются измерение и регистрация наружной температуры и температуры воздуха в помещениях здания. Средняя температура воздуха внутри помещений здания определяется по температуре вентиляционных выбросов на выходе общих вентиляционных шахт здания. Измерения, выполненные ранее в [21], показали, что в этом случае температура вентиляционных выбросов на  $1^\circ\text{C}$  выше средней температуры в квартирах. В каждой из вентиляционных шахт определяется скорость движения воздуха и объём вентиляционных выбросов. Расчётным путём по проектным данным и измеренным значениям температуры воздуха внутри и снаружи здания и уровню воздухообмена определяются тепловые потери через ограждающие конструкции и инфильтрационные теплопотери здания. Недостатком данного метода является необходимость в дополнительной информации о проектных теплотехнических характеристиках ограждающих конструкций здания. Точность измерений определяется многими статистически неопределёнными величинами: сопротивлением теплопередаче ограждающих конструкций здания и объёмом вентиляционных выбросов.

Для получения точных значений мощности внутренних тепловыделений в квартирах здания был выполнен анализ потребления электрической энергии и газа при приготовлении пищи, тепловых выделений жителей с учётом статистики по заселённости многоэтажных зданий из [8]. Были использованы данные жилищно-коммунальных служб о расходе энергетических ресурсов в жилых зданиях, областных центров Республики Беларусь и города Минска. В [8, 11] было показано, что мощность бытовых тепловыделений можно нормировать не к жилой площади здания, как это делается обычно, например в [22], а к количеству жителей в здании в размере. Анализ полученных результатов, представленный в [8, 11] показывает, что уровень тепловыделений несущественно зависит от типа зданий, устойчив в расчёте на одного человека и составляет  $147 \text{ Вт/чел.}$  при среднеквадратичном отклонении  $7 \text{ Вт/чел.}$

Анализ потребления горячей воды в жилых зданиях, приведённый в [11], показал, что среднее потребление составляет  $70 \text{ л}$  на человека в сутки.

Эти данные послужили основой для создания упрощённого алгоритма определения показателя удельного потребления тепловой энергии на отопление зданий для расчётных условий [20].



Для значения удельного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий для конкретных условий  $j$ -го отопительного сезона выражение (4) переписывается в виде:

$$q_h = 0,024 [D_{j\text{sr}} f_1 - N_j \xi (f_{2j} + \zeta q_{sj})], \quad (4)$$

где  $D_{j\text{sr}} = N_j \Delta t_{j\text{sr}}$  — количество градусо-суток  $j$ -го отопительного сезона;  $N_j$  — количество дней  $j$ -го отопительного сезона;  $\Delta t_{j\text{sr}}$  средняя температура воздуха в  $j$ -м отопительном сезоне;  $f_{2j}$  — мощность бытовых тепловыделений в  $j$ -м отопительном сезоне, равная:

$$f_{2j} = \frac{n q_1}{S_o}, \quad (6)$$

где  $q_1$  — мощность бытовых тепловыделений, приходящаяся на одного человека, принятая равной  $147 \text{ Вт/чел.}$ ;  $n$  — количество людей в здании;  $q_{sj}$  — средняя мощность поступления солнечной энергии в  $j$ -м отопительном сезоне.

Количество людей, проживающих в здании, можно определить по потреблению горячей воды, в расчёте  $70 \text{ л}$  на человека в сутки [11], по формуле:

$$n = V_c / 0,07, \quad (7)$$

где  $V_c$  — объём горячей воды, потребляемой в здании за сутки отопительного периода,  $\text{м}^3/\text{сут.}$

Приведённые в [20] данные по общей отапливаемой площади и количеству жителей в здании, определённом по выражению (7), позволяют получить среднюю заселённость зданий, равную в данном случае  $22,5 \text{ м}^2$  общей площади на человека. Для сравнения, в статистическом сборнике [23] средняя заселённость для города Минска составляет  $22,5 \text{ м}^2$  на человека, что прекрасно совпадает с приведённым результатом и подтверждает

возможность использования предложенной методики для оценки числа жителей в здании.

По всем полученным в отопительном сезоне или в нескольких отопительных сезонах данным можно определить удельное потребление тепловой энергии для расчётных условий.

Пересчёт удельного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий для расчётных условий выполняется по формуле:

$$q_j^r = \frac{p_j D_0}{D_j} - 0,024 N_0 (f_2 + q_s) \zeta v, \quad (8)$$

здесь  $j \in [1; I]$ ,

$$p_j = q_{hj} + 0,024 N_j \xi (f_{2j} + \zeta q_{sj}), \quad (9)$$

где  $D_0 = N \Delta t_{\text{sr}}$  — количество градусо-суток отопительного сезона для расчётных условий;  $q_s$  — расчётное удельное поступление солнечной энергии в здание за отопительный сезон,  $[\text{кВт}/\text{м}^2]$  отапливаемой площади;  $I$  — количество обработанных измерительных интервалов.

По рассчитанным величинам определяют среднее значение по формуле:

$$q_j^{\text{sr}} = \frac{\sum_{j=1}^I q_j^r}{I}, \quad (10)$$

и среднеквадратичное отклонение по следующей формуле:

$$\sigma_q = \sqrt{\sum_{j=1}^I (q_j^r - q_j^{\text{sr}})^2}, \quad (11)$$

Поскольку количество измерений (отопительных сезонов) ограничено, определяют коэффициенты Стьюдента  $k$ , связанные с количеством измерений, например, в [24], и доверительные интервалы измерений:

$$\text{от } q_0^{\text{sr}} - \sigma_q k \text{ до } q_0^{\text{sr}} + \sigma_q k. \quad (12)$$



•• Обработанные данные

табл. 2

Город, год строительства, этажность, количество подъездов, отапливаемая площадь	Показатель $Q_{ср}$ по упрощённой методике, кВт·ч/м <sup>2</sup>		Доверительный интервал для $Q_{ср}$ при 75% вероятности, кВт·ч/м <sup>2</sup>		Значение $f_1$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	Показатель $Q_{ср}$ по значению $f_1$ , кВт·ч/м <sup>2</sup>	Доверительный интервал для $Q_{ср}$ при 75% вероятности, кВт·ч/м <sup>2</sup>
	$t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$			
Минск, 1990 г., 9 эт., 6 под., 13 601 м <sup>2</sup>	141	125	± 15	± 114	1,86	129	± 6
Минск, 1959 г., 4 эт., 3 под., 2203 м <sup>2</sup>	133	119	± 13	± 12	1,76	138	± 5
Минск, 1982 г., 9 эт., 4 под., 9336 м <sup>2</sup>	167	151	± 13	± 14	2,05	164	± 11
Минск, 1963 г., 5 эт., 4 под., 2823 м <sup>2</sup>	147	132	± 12	± 12	1,81	143	± 7
Минск, 1972 г., 9 эт., 6 под., 16 439 м <sup>2</sup>	125	113	± 6	± 7	1,52	116	± 9
Минск, 1985 г., 9 эт., 3 под., 7001 м <sup>2</sup>	94	84	± 7	± 8	1,20	85	± 5
Гомель, 2010 г., 9 эт., 3 под., 7369 м <sup>2</sup>	68	60	± 4	± 4	1,07	69	± 7
Гомель, 2011 г., 9 эт., 3 под., 7830 м <sup>2</sup>	64	57	± 4	± 4	1,05	66	± 7
Минск, 1998 г., 7–9 эт., 2 под., 3991 м <sup>2</sup>	94	84	± 12	± 10	1,17	85	± 4
Минск, 2007 г., 19 эт., 1 под., 8491 м <sup>2</sup>	80	71	± 6	± 5	0,95	65	± 7
Минск, 1999 г., 8–10 эт., 3 под., 6938 м <sup>2</sup>	89	79	± 12	± 12	1,20	88	± 6

В соответствии с результатом определяют класс здания по параметру потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию в соответствии с таблицей в [3].

Для более точного расчёта необходимо использовать данные о поступлении солнечной энергии в здание и о типе регулирования подачи энергии в помещении.

Для определения данных о поступлении солнечной энергии необходимо знать: тип окон в здании; ориентацию здания; площадь остеклённой поверхности по сторонам света; данные о солнечной активности в рассматриваемых отопительных сезонах.

Эта информация, как правило, отсутствует. Опыт расчёта теплоэнергетических характеристик многоэтажных зданий показывает, что значение солнечной энергии, поступающей в многоэтажные здания, составляет около 7 кВт·ч за отопительный сезон.

Было принято при расчётах значение  $\zeta = 0,85$ ,  $\beta = 0,9$ . Из [8, 11] было принято:  $q_0^s = 6,15$  Вт/м<sup>2</sup>.

**Сравнительные результаты определения удельного потребления тепловой энергии для расчётных условий для эксплуатируемых зданий**

В табл. 2 представлены результаты определения удельного потребления тепловой энергии на отопление для эксплуатируемых зданий с помощью двух описанных выше методов:

- с использованием предварительно определенного значения коэффициента удельных теплопотерь;
- по упрощённой методике.

При использовании обеих методик использовались данные о ежемесячных значениях потребления энергии в течение четырёх отопительных периодов и средней температуры окружающего воздуха по данным гидрометеоцентра.

Средняя температура в зданиях для упрощённой методики принималась постоянной в течение всего периода измерений и равной 20 или 22 °С. Определялось значение удельного потребления

тепловой энергии на отопление для расчётных условий по данным каждого отопительного периода и определялось среднее значение для каждого здания.

По представленным в табл. 2 результатам можно сделать вывод, что упрощённая методика даёт возможность определения показателей зданий по удельному потреблению тепловой энергии для расчётных условий, однако результаты измерений показали сильную зависимость результата от принятого при расчётах значения температуры воздуха в здании.

**В двухступенчатой методике доверительный интервал результата измерений для тех же условий для всех объектов не превышает 6% измеряемой величины. При её применении нет необходимости в информации о температуре воздуха в здании и дополнительного объёма информации, который необходим при применении упрощённой методики. Но при этом должна функционировать система управления теплоснабжением**

Доверительный интервал результата измерений для 75% вероятности находится для всех объектов в диапазоне от 4 до 15% измеряемой величины.

В двухступенчатой методике доверительный интервал результата измерений для тех же условий для всех объектов не превышает 6% измеряемой величины. При её применении отсутствует необходимость информации о температуре воздуха в здании и дополнительного объёма информации, который необходим при применении упрощённой методики. Однако при её применении в здании должна



функционировать система управления теплоснабжением — в зависимости от климатических условий.

Результаты, приведенные в табл. 2, позволяют сделать вывод о том, что использование одновременно двух методик может обеспечить определение средних температурных условий в здании без выполнения прямых измерений.

Таким образом, при наличии в здании функционирующей системы управления теплоснабжением в зависимости от климатических условий предпочтение следует отдать двухступенчатой процедуре определения удельному потреблению тепловой энергии на отопление для расчётных условий. При сомнительном качестве работы системы регулирования следует использовать упрощённую методику определения этого показателя.

## Выводы

В статье представлены результаты сравнительного анализа точности определения удельного потребления тепловой энергии на отопление зданий для расчётных условий двумя методами:

- по двухступенчатой процедуре, когда на первом этапе по архиву показаний счётчика тепловой энергии определяется значение коэффициента удельных теплопотерь здания, а на втором — удельного потребления тепловой энергии на отопление зданий для расчётных условий;
- по упрощённой методике, которая основана на обработке показаний счётчика тепловой энергии на отопление зданий, потреблению горячей воды в здании, значениям температуры воздуха в здании и наружной температуры.



Представлены результаты определения удельного потребления тепловой энергии на отопление для расчётных условий по двум методикам и приведены доверительные интервалы оценки результата по двум методикам.

По полученным результатам можно сделать вывод, что упрощённая методика даёт возможность определения показателей зданий по удельному потреблению тепловой энергии для расчётных условий, однако результаты измерений показали сильную зависимость результата от температуры воздуха в здании. Доверительный интервал результата измерений для 75 % вероятности находится для всех объектов в диапазоне от 4 до 15 % измеряемой величины.

В двухступенчатой методике доверительный интервал результата измерений для тех же условий для всех объектов не

превышает 6 % измеряемой величины. При её применении отсутствует необходимость информации о температуре воздуха в здании и дополнительного объёма информации, который необходим при применении упрощённой методики. Однако при её применении в здании должна функционировать система управления теплоснабжением в зависимости от климатических условий.

Таким образом, при наличии в здании функционирующей системы управления теплоснабжением в зависимости от климатических условий предпочтение следует отдать двухступенчатой процедуре определения удельному потреблению тепловой энергии на отопление для расчётных условий. При сомнительном качестве работы системы регулирования следует использовать упрощённую методику определения этого показателя. ●

1. СНиП II-3-79. Строительная теплотехника. — М.: Государственный комитет по делам строительства, 1980. 20 с.
2. СНБ 2.01.01-93. Строительная теплотехника. — Минск: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации (Белорус. Гос. ин-т стандартизации и сертификации), 1994. 32 с.
3. ТКП 45-2.04-43-2006. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. — Минск: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации (Белорус. Гос. ин-т стандартизации и сертификации), 2006. 35 с.
4. ТКП 45-2.04-196-2010. Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения. — Минск: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации (Белорус. Гос. ин-т стандартизации и сертификации), 2010. 30 с.
5. Energieeinsparverordnung (EnEV). Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen BRD vom 16. November. 2001.
6. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуал. ред. СНиП 23-02-2003.
7. EN 15603:2008. Energy performance of buildings — overall use and definition of energy ratings. CEN. European Committee for Standardisation. 2008.
8. Данилевский Л.Н., Жило А.Н., Москалик Б.Ф. Фактические энергетические характеристики жилых зданий // Строительная наука и техника, 2008. №5. С. 22-29.
9. Данилевский Л.Н. Экспериментальное определение составляющих теплового баланса жилых зданий // Архитектура и строительство, 2008. №8. С. 90-95.
10. Богословский В.Н. Аспекты создания здания с эффективным использованием энергии // АВОК, 2000. №5. С. 34-39.
11. Данилевский Л.Н. Принципы проектирования и инженерное оборудование энергоэффективных жилых зданий // Бизнесофсет (г. Минск), 2011. 375 с.
12. Данилевский Л.Н. Способ определения общего коэффициента теплопередачи здания / Патент на выноходства №18898 РБ по заявке от 20.12.2010. №a201011504 МПК (2009) G 01 N 25/00.
13. Данилевский Л.Н. Методика определения теплоэнергетических характеристик эксплуатируемых зданий // Строительная наука и техника, 2010. №6. С. 31-35.
14. СТБ 2409-2015. Метод определения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию эксплуатируемых жилых зданий. — Минск: Государственный стандарт РБ, 2015. 42 с.
15. Данилевский Л.Н., Терехов С.В., Терехова И.А., Корзина И.А. Метод определения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных жилых зданий и условия его применения // Архитектура и строительство, 2014. №1. С. 52-58.
16. Данилевский Л.Н., Данилевский С.Л. Способ определения удельного коэффициента тепловых потерь здания. Заяв. о выдаче патента РБ на изобр. №a20150303 от 03.06.2015.
17. Данилевский Л.Н., Данилевский С.Л. Проблемы и практический опыт определения теплоэнергетических характеристик и энергетической классификации эксплуатируемых жилых зданий в массовом масштабе // Архитектура и строительство, 2016. №2. С. 28-31.
18. Данилевский Л.Н., Данилевский С.Л. Определение теплоэнергетических характеристик и энергетическая классификация эксплуатируемых жилых зданий // БСТ, 2016. №6. С. 45-47.
19. БНБ 2.04.02-2000. Будаўнічая кліматалогія. Змяненне №1. 33 с.
20. Данилевский Л.Н., Данилевский С.Л., Дмитриев Г.М. Упрощённая методика определения удельного потребления тепловой энергии на отопление для расчётных условий эксплуатации зданий // Энергоэффективность, 2017. №5. С. 26-29.
21. Ливчак В.И. Фактическое теплопотребление зданий как показатель качества и надёжности проектирования // АВОК, 2009. №2. С. 4-10.
22. СНБ 4.02.01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. — Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2015. 81 с.
23. Жилищный фонд Республики Беларусь в 2016 году: Статист. бюлл. — Минск: Национальный статистический комитет РБ, 2017. С. 5.
24. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы обработки данных [Пер. с англ.]. — М.: Мир, 1980. 610 с.



# Солнечное отопление зданий при условии сокращения периода потребления традиционных ресурсов

Широкое освоение возобновляемых источников энергии становится всё более актуальным по причинам интенсивного потребления природных ресурсов, ухудшения экологической обстановки и постоянно растущих тарифов. При достаточном выборе в возможных способах альтернативного энергообеспечения солнечная радиация, как повсеместно доступный и неисчерпаемый источник, остаётся на лидирующих позициях как в области теплоснабжения, так и в электроснабжении зданий и сооружений.

В южных регионах Российской Федерации всё большую популярность приобретают установки солнечного горячего водоснабжения. Их часто используют для объектов сезонной эксплуатации, так как обеспечивается полная автономность в получении тепловой энергии. В то же время наблюдается постепенное увеличение количества гелиоустановок севернее, особенно в тех районах, где здания лишены централизованного теплоснабжения в летние месяцы. Это происходит не только в связи с постоянным повышением тарифов на энергоносители и активной пропагандой возобновляемых источников СМИ, но и в результате уже имеющегося достаточно обширного опыта успешной эксплуатации систем солнеч-

ного горячего водоснабжения в южных регионах и средней полосе России [1].

Но, несмотря на неуклонный рост количества функционирующих гелиоустановок, показатели замещения в общем энергобалансе, безусловно, остаются на крайне низком уровне. Поэтому для расширения области применения рассмотрим перспективы утилизации солнечной энергии для систем отопления зданий, расположенных в трёх климатических зонах, которые охватывают большую часть территории РФ.

Для возможности сравнения результатов расчётов и вывода удельных показателей примем базовый вариант планировки одноэтажного жилого дома, изображённого на рис. 1. Размеры здания позволяют получить для конкретных регионов удельное количество солнечных коллекторов, требуемых для отопления 100 м<sup>2</sup> площади пола помещений.

**Установки солнечного горячего водоснабжения всё чаще используют для объектов сезонной эксплуатации, так как обеспечивается полная автономность в получении тепловой энергии**

УДК 697.7

## Солнечное отопление зданий. Основы проектирования при условии сокращения периода потребления традиционных ресурсов

**Т. В. Шукина**, к.т.н., доцент, профессор кафедры жилищно-коммунального хозяйства ФГБОУ ВО «Воронежского государственного технического университета» (г. Воронеж); **Р. С. Шевченко**, магистр, инженер 1-й категории филиала ПАО «Квадра» — «Воронежская генерация»

*Рассматривается возможность использования солнечной энергии для отопления зданий в трёх климатических зонах, охватывающих большую часть территории РФ. Приводятся основные принципы инженерного расчёта активных систем солнечного теплоснабжения, сокращающих как период потребления традиционных ресурсов, так и их количество за отопительный сезон. Получена для шести регионов удельная величина солнечных коллекторов, необходимая для отопления помещений общей площадью пола 100 м<sup>2</sup>. При проектировании зданий данный показатель позволяет выполнить предварительную оценку дополнительных расходов на гелиосистему.*

**Ключевые слова:** активные солнечные системы отопления, расчёт требуемого количества коллекторов.

UDC 697.7

## Solar heating of buildings. Basics of design, provided that the period of consumption of traditional resources is reduced

**T. V. Shchukina**, PhD, Associate Professor, Professor at the Department Housing and Communal Services, Voronezh State Technical University; **R. S. Shevchenko**, master, engineer of the 1st category of the Branch of the public company "Quadra" — "Voronezh Generation"

*The possibility of using solar energy for heating buildings in three climatic zones occupying most of the territory of the Russian Federation is considered. The main principles of engineering calculation of active systems of solar heat supply, reducing both the period of consumption of resources, and their number for the heating season are given. The specific gravity of the solar collectors is obtained for six regions, which is necessary for heating the premises with a total floor area of 100 m<sup>2</sup>. When designing buildings, this level allows you to perform a preliminary assessment of additional costs for the solar system.*

**Keywords:** active solar heating systems, calculation of the required number of collectors.

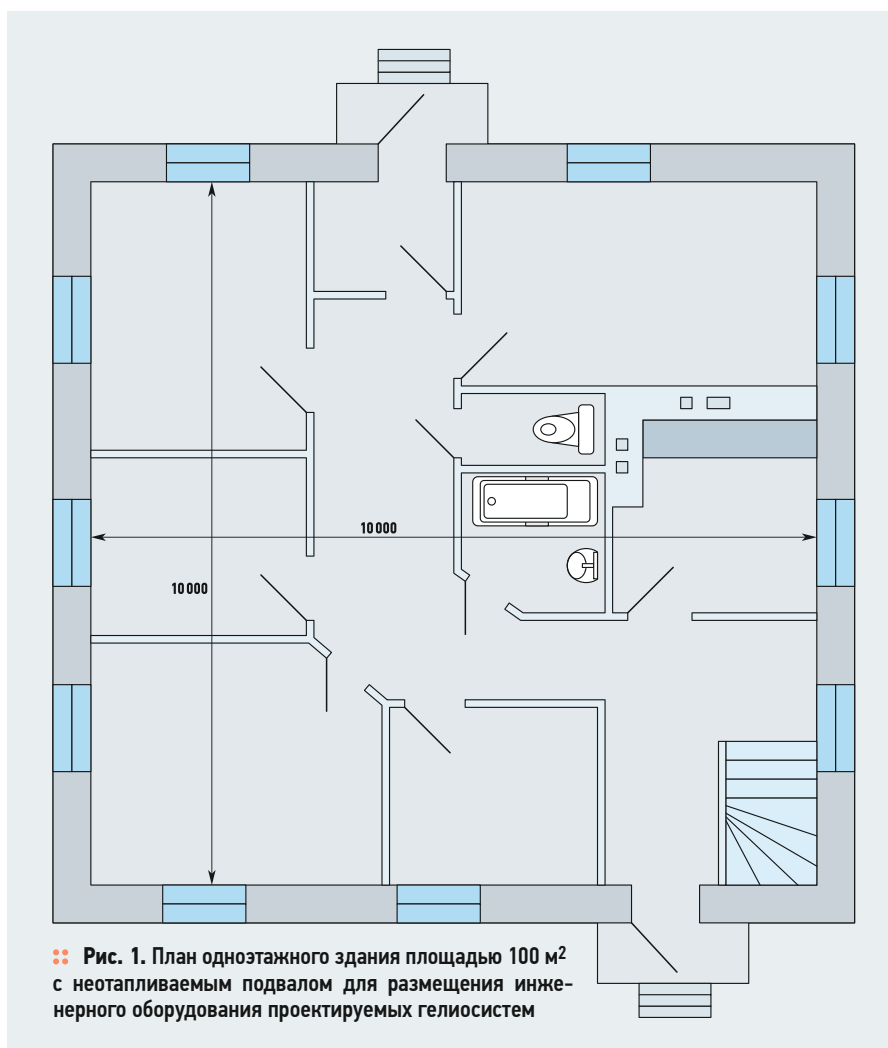


Рис. 1. План одноэтажного здания площадью 100 м<sup>2</sup> с неотапливаемым подвалом для размещения инженерного оборудования проектируемых гелиосистем

Выполненные в соответствии со строительными нормами и правилами [2, 3] расчёты наружных ограждений и теплопотерь помещениями позволили определить нагрузку на системы отопления, в том числе и при среднемесячных температурах холодного периода года. Учитывая, что в большинстве регионов отопительный сезон, как правило, начинается в октябре, а заканчивается в апреле, следует для проектирования гелиосистем предварительно сравнить актинометрические\* данные этих двух месяцев и выбрать из них в качестве расчётного периода с преобладающим поступлением солнечной энергии. Так как интенсивность излучения в большинстве климатических зон РФ в апреле превышает актинометрические показатели октября, то расчёт требуемого оборудования необходимо выполнить при соблюдении условия полной компенсации теплопотерь здания посредством утилизирован-

ного излучения в последний месяц отопительного периода. Это позволит сократить срок потребления традиционных ресурсов на обогрев помещений на один-два месяца и снизить расход тепловой энергии за холодный период года, так как при ясной погоде потребуются лишь только догреть до необходимых параметров теплоноситель, поступающий от солнечных коллекторов.

**Так как интенсивность излучения в большинстве климатических зон РФ в апреле превышает актинометрические показатели октября, то расчёт требуемого оборудования необходимо выполнить при соблюдении условия полной компенсации теплопотерь здания посредством утилизированного излучения в последний месяц отопительного периода. Это позволит сократить срок потребления традиционных ресурсов на обогрев помещений на один-два месяца**

\* Актинометрические наблюдения — наблюдения над интенсивностью солнечной радиации (прямой, рассеянной, суммарной), а также над эффективным излучением, радиационным балансом и альбедо, проводимые с помощью соответствующих приборов.

Выполнять подбор оборудования на актинометрические данные других месяцев нецелесообразно по причине возникновения избыточной теплоты в начале и в конце отопительного периода, для сохранения которой с целью последующего использования потребуются дорогостоящие сезонные аккумуляторы.

Определив нагрузку на систему отопления при среднемесячной температуре наружного воздуха в апреле, следует рассчитать суточное количество потребляемого тепла [МДж/сут.]. Используя актинометрические сведения несложно найти для климатических условий района строительства количество поступающей суммарной солнечной радиации на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности в апреле  $\bar{E}$  [МДж/(м<sup>2</sup>·день)] за один световой день и определить отношение диффузионной солнечной энергии к прямой  $\bar{E}_d/\bar{E}$ .

Массив коллекторов можно установить на крыше или на предварительно смонтированном основании, позволяющем расположить поглощающие поверхности с южной ориентацией и с азимутом  $\alpha_n = 0$ .

Тогда коэффициент пересчёта поступления прямой солнечной радиации с горизонтальной поверхности на наклонную  $R_n$  при  $\alpha_n = 0$  можно определить по данным [4] либо по формуле [4]:

$$R_n = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cos(\delta) \sin(\omega'_3)}{\cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega_3) + \sin(\varphi) \sin(\delta) \frac{\pi}{180} \omega_3} + \frac{\sin(\varphi - \beta) \sin(\delta) \frac{\pi}{180} \omega'_3}{\cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega_3) + \sin(\varphi) \sin(\delta) \frac{\pi}{180} \omega_3}, \quad (1)$$

где  $\varphi$  — широта местности, град;  $\delta$  — склонение солнца, град;  $\omega_3$  и  $\omega'_3$  — часовые углы захода солнца на горизонтальной и наклонной поверхностях, град.

Отношение среднемесячных дневных количеств солнечной радиации, поступающих на наклонную и горизонтальную поверхности, можно рассчитать по формуле [4]:

$$R = \left(1 - \frac{\bar{E}_d}{\bar{E}}\right) R_n + \frac{1 + \cos(\beta)}{2} \frac{\bar{E}_d}{\bar{E}} + \rho \frac{1 - \cos(\beta)}{2}, \quad (2)$$

где  $\bar{E}_d/\bar{E}$  — отношение рассеянной солнечной энергии к прямой, поступающей на горизонтальную поверхность, МДж/(м<sup>2</sup>·день);  $\beta$  — угол наклона плоского солнечного коллектора к горизонту, принимаемый равным широте местности, град;  $\rho$  — коэффициент отражения для подстилающей поверхности Земли, который принимается для тёплого периода  $\rho = 0,2$ , в том числе и для расчётного в рассматриваемой задаче, а для холодного при наличии снежного покрова  $\rho = 0,7$ .



Полученное значение  $R$  позволит найти искомое среднемесячное дневное количество суммарной солнечной энергии [МДж/(м<sup>2</sup>·день)], поступающей на наклонную поверхность, по выражению:

$$\bar{E}_k = R\bar{E}. \quad (3)$$

Учитывая продолжительность светового дня расчётного периода, то есть в апреле, необходимо найти среднюю плотность потока солнечной радиации [Вт/м<sup>2</sup>], поступающей на остекление солнечного коллектора:

$$I_k = \frac{\bar{E}_k}{60(60n + m)}, \quad (4)$$

где  $n$  и  $m$  — продолжительность светового дня, соответственно, в часах и минутах.

Для определения потока полезной теплоты, уловленной и преобразованной в коллекторах, следует рассчитать их КПД для нескольких возможных температурных режимов по зависимости [5, 6]:

$$\eta = \eta_0 - k_1 \frac{\Delta t}{I_k} - k_2 \frac{\Delta t^2}{I_k}, \quad (5)$$

где  $\Delta t$  — перепад между средней температурой теплоносителя в коллекторе и температурой  $t_b$  окружающей среды  $\Delta t = 0,5(t_{т,н} + t_{т,к}) - t_b$ , °С, здесь  $t_{т,н}$  и  $t_{т,к}$  — температуры на входе и выходе из коллектора, °С;  $k_1$  и  $k_2$  — коэффициенты, характеризующие возможные потери теплоты в окружающую среду.

Для расчётов значения параметров в формуле (5) принимают равными [6]:

□ для плоских коллекторов  $\eta_0 = 0,779$ ,  $k_1 = 3,56$ ,  $k_2 = 0,0146$ ;

□ для вакуумных коллекторов  $\eta_0 = 0,7$ ,  $k_1 = 1,33$ ,  $k_2 = 0,0071$ .

Из зависимости (5) следует, что чем больше разница температур, тем меньше действительный КПД устройств, поэтому гелиосистемы необходимо эксплуатировать в режимах, обеспечивающих  $\Delta t < 40$  °С. Определив  $\eta$  для нескольких возможных температурных перепадов, целесообразно использовать среднее значение КПД, так как погодные условия часто меняются и могут не соответствовать прогнозируемым показателям.

Зная средний ориентировочный КПД, можно определить требуемую площадь коллекторов:

$$A_k^{тп} = \frac{Q_{н,i}}{\eta \bar{E}_k}, \quad (6)$$

где  $Q_{н,i}$  — суточная нагрузка на систему отопления в расчётный период, МДж/(м<sup>2</sup>·сут.).

Для поставленной задачи поддержания температуры внутреннего воздуха в жилом доме посредством солнечной энергией выберем из широкого диапазо-

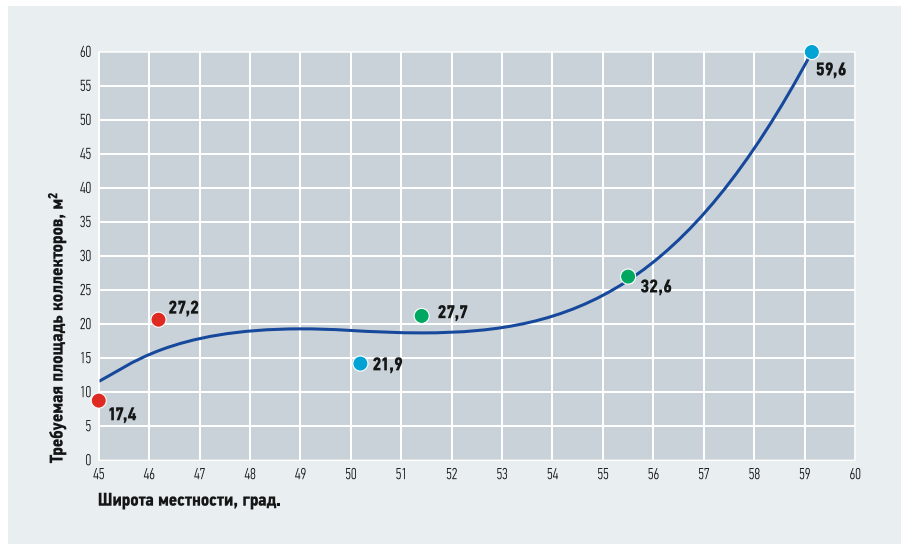


Рис. 2. Требуемая площадь коллекторов [для здания, расположенного в регионах: 1 — I-я климатическая зона — Астрахань (46,2° с.ш.), Краснодар (45° с.ш.); 2 — II-я климатическая зона — Воронеж (51,4° с.ш.), Москва (55,5° с.ш.); 3 — III-я климатическая зона — Благовещенск (50,2° с.ш.), Вологда (59,1° с.ш.)]

на, представленного на рынке оборудования, плоский коллектор российского производства «Сокол», который пользуется большой популярностью и имеет различные модификации в зависимости от мощности и эффективности. Качественное исполнение устройств и селективное покрытие абсорберов повышают конкурентоспособность выпускаемых серий, а низкая цена по сравнению с западноевропейскими аналогами делает привлекательным для российского потребителя.

Выбор именно плоских коллекторов в какой-то мере предопределён по следующим причинам. Они просты в эксплуатации и ремонте, что особенно важно для районов с обильными осадками, часто сопровождающимися выпадением града. Кроме того, вакуумные коллекторы со временем теряют свои высокие показатели КПД в результате постепенного заполнения воздухом.

Для компенсации неравномерности поступлений и хранения утилизированной солнечной энергии необходимо в проектируемых гелиосистемах предусматривать баки-аккумуляторы объёмом, рекомендуемым в [4, 5] в соотношении 0,05–0,1 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> площади коллекторов.

Результаты расчётов, выполненные по зависимостям (1)–(6), показали (рис. 2), что в трёх климатических зонах потребуется для городов: Астрахань — 14 шт. коллекторов, Благовещенск — 11 шт., Вологда — 30 шт., Воронеж — 14 шт., Краснодар — 9 шт., Москва — 17 шт.

Следует отметить, что подбор оборудования на полное покрытие месячной нагрузки системы отопления в начале или конце отопительного периода позволяет

не только полностью отказаться в этот временной интервал от традиционных ресурсов, но и замещать их с достаточно высокими показателями при низких температурах наружного воздуха и ясных погодных условиях.

Отличительной особенностью от рекомендаций по проектированию [4, 5], где предварительно определяется коэффициент замещения традиционного источника, является подбор оборудования на среднемесячную нагрузку системы отопления в начале или конце отопительного периода, а затем при необходимости выполняется прогнозирование компенсации нагрузок посредством утилизированной солнечной энергией за весь сезон потребления. Это позволяет избежать генерации не востребованной избыточной теплоты, которая потребует значительных дополнительных средств для устройств длительной аккумуляции. ●

1. Руднева Н.А., Шукина Т.В., Калинина А.В., Соловьёв С.А. Особенности проектирования систем солнечного горячего водоснабжения для климатических условий РФ // Научн. вестник ВГАСУ: Серия «Высокие технологии. Экология», 2014. С. 107–110.
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуал. ред. СНиП 23–02–2003. Минрегион России. — М.: ООО «Аналитик», 2012. 95 с.
3. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуал. ред. СНиП 23–01–99\*. Минрегион России. — М.: ООО «Аналитик», 2012. 108 с.
4. Богословский В.Н., Крупнов Б.А., Сканави А.Н. и др. Внутренние санитарно-технические устройства / Под ред. И.Г. Старовойра и Ю.И. Шиллера. В 3 ч. Ч. I. Изд. 4-е, перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1990. 344 с.
5. Даффни Дж., Бекман У. Основы солнечной теплоэнергетики. — Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2013. 888 с.
6. Земсков В.И. Возобновляемые источники энергии в АПК. — СПб.: Изд-во «Лань», 2014. 368 с.

References — see p. 95.



# Определение коэффициентов местных сопротивлений тройников в системах вентиляции

При движении воздушного потока в воздуховодах и каналах систем вентиляции и кондиционирования воздуха (В и КВ), кроме потерь давления на трение, существенную роль играют потери на местных сопротивлениях — фасонных частях воздуховодов, воздухораспределителях и сетевом оборудовании.

Такие потери пропорциональны динамическому давлению

$$p_d = \rho v^2 / 2,$$

где  $\rho$  — плотность воздуха, примерно равная  $1,2 \text{ кг/м}^3$  при температуре около  $+20^\circ\text{C}$ ;  $v$  — его скорость [м/с], определяемая, как правило, в сечении канала за сопротивлением.

Коэффициенты пропорциональности  $\xi$ , называемые коэффициентами местного сопротивления (КМС), для различных элементов систем В и КВ обычно определяются по таблицам, имеющимся, в частности, в [1] и в ряде других источников. Наибольшую сложность при этом чаще всего вызывает поиск КМС для тройников или узлов ответвлений. Дело в том, что в этом случае необходимо принимать во внимание вид тройника (на проход или на ответвление) и режим движения воздуха (нагнетание или всасывание), а также отношение расхода воздуха в ответвлении к расходу в стволе  $L'_o = L_o / L_c$

и площади сечения прохода к площади сечения ствола  $F'_n = F_n / F_c$ .

Для тройников при всасывании нужно учитывать ещё и отношение площади сечения ответвления к площади сечения ствола  $F'_o = F_o / F_c$ . В руководстве [1] соответствующие данные приведены в табл. 22.36–22.40.

Однако при проведении расчётов с использованием электронных таблиц Excel, что в настоящее время достаточно распространено в связи с широким использованием различного стандартного программного обеспечения и удобством оформления результатов вычислений, желательно иметь аналитические формулы для КМС, по крайней мере, в наиболее часто встречающихся диапазонах изменения характеристик тройников.

**Наибольшую сложность чаще всего вызывает поиск коэффициентов местного сопротивления для тройников или узлов ответвлений. Поскольку необходимо принимать во внимание вид тройника (на проход или на ответвление) и режим движения воздуха (нагнетание или всасывание)**

УДК 697.9

## Определение коэффициентов местных сопротивлений тройников в системах вентиляции

О. Д. Самарин, к.т.н., доцент (НИУ МГСУ)

Рассмотрена современная ситуация с определением значений коэффициентов местных сопротивлений (КМС) элементов вентиляционных сетей при их аэродинамическом расчёте. Дан анализ некоторых современных теоретических и экспериментальных работ в рассматриваемой области и выявлены недостатки существующей справочной литературы, касающиеся удобства использования её данных для осуществления инженерных расчётов с применением электронных таблиц MS Excel. Представлены основные результаты аппроксимации имеющихся таблиц для КМС унифицированных тройников на ответвлении при нагнетании и всасывании в системах вентиляции и кондиционирования воздуха в виде соответствующих инженерных формул. Дана оценка точности полученных зависимостей и допустимого диапазона их применимости, а также представлены рекомендации по их использованию в практике массового проектирования. Изложение проиллюстрировано числовыми и графическими примерами.

**Ключевые слова:** коэффициент местного сопротивления, тройник, ответвление, нагнетание, всасывание.

UDC 697.9

## Determination of local resistance coefficients of tees in ventilating systems

O. D. Samarina, PhD, Assistant Professor, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NR MSUCE)

The current situation is reviewed with the definition of values of coefficients of local resistances (CLR) of elements of the ventilation systems at their aerodynamic calculation. The analysis of some contemporary theoretical and experimental works in this field is given and deficiencies are identified in the existing reference literature for the usability of its data to perform engineering calculations using MS Excel spreadsheets. The main results of approximation of the existing tables to the CLR for the uniform tees on the branch of the injection and the suction in the ventilating and air-conditioning systems are presented in the appropriate engineering formulas. The estimation of accuracy of the obtained dependencies and valid range of their applicability are given, as well as recommendations for their use in practice mass design. The presentation is illustrated by numerical and graphical examples.

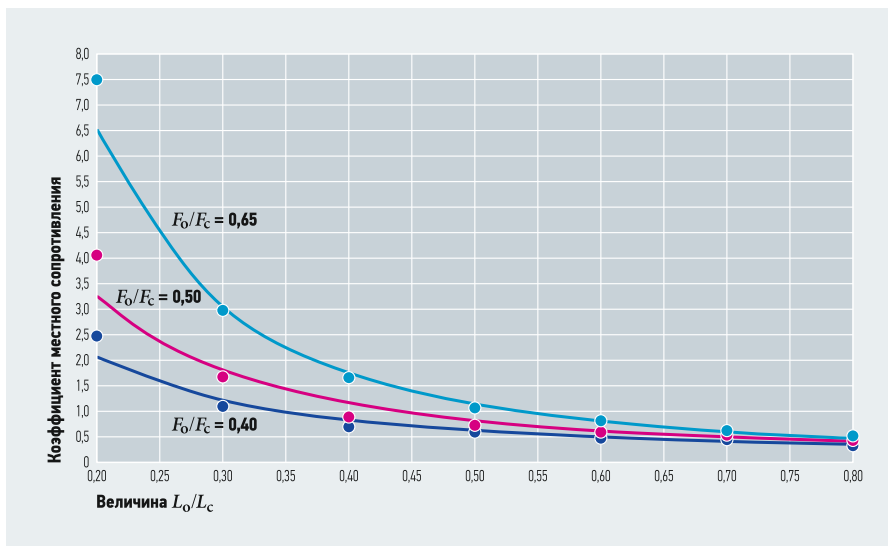
**Keywords:** coefficient of local resistance, tee, branch, injection, suction.



Кроме того, это было бы целесообразно в учебном процессе для сокращения технической работы обучающихся и переноса основной нагрузки на разработку конструктивных решений систем.

Подобные формулы имеются в таком достаточно фундаментальном источнике, как [2], но там они представлены в весьма обобщённом виде, без учёта особенностей конструкции конкретных элементов существующих вентиляционных систем, а также используют значительное число дополнительных параметров и требуют в ряде случаев обращения к определённым таблицам. С другой стороны, появившиеся в последнее время программы для автоматизированного аэродинамического расчёта систем В и КВ используют некоторые алгоритмы для определения КМС, но, как правило, они неизвестны для пользователя и могут поэтому вызывать сомнения в своей обоснованности и корректности.

Также в настоящее время появляются некоторые работы, авторы которых продолжают исследования по уточнению расчёта КМС или расширению диапазона параметров соответствующего элемента системы, для которых полученные результаты будут справедливы. Данные публикации возникают как в нашей стране, так и за рубежом [3–8], хотя в целом их число не слишком велико, и основываются преимущественно на численном моделировании турбулентных потоков с помощью ЭВМ или на непосредственных экспериментальных исследованиях. Однако полученные авторами данные, как правило, трудно использовать в практике массового проектирования, поскольку они пока не представлены в инженерном виде.



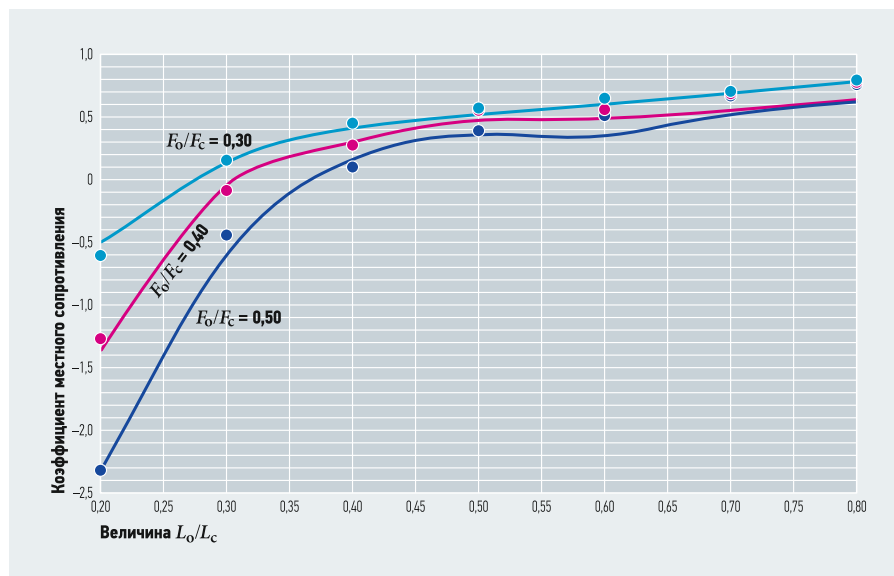
•• Рис. 1. Зависимость КМС на ответвлении унифицированных приточных тройников от величины  $L'_0 = L_0/L_c$  при различных значениях параметра  $F'_0 = F_0/F_c$  (сплошные линии — аппроксимация по формуле (1), маркеры — данные [1])

В связи с этим представляется целесообразным анализ данных, содержащихся в таблицах [1], и получение на их основе аппроксимационных зависимостей, которые имели бы по возможности наиболее простой и удобный для инженерной практики вид и одновременно достаточно адекватно отражали бы характер имеющихся зависимостей для КМС тройников. Для наиболее часто встречающихся их разновидностей — тройников на про-

ходе (унифицированных узлов ответвлений) данная задача была решена автором в работе [9]. В то же время для тройников на ответвлении аналитические соотношения найти труднее, поскольку сами зависимости здесь выглядят более сложно. Общий вид аппроксимационных формул, как и всегда в подобных случаях, получается исходя из расположения расчётных точек на поле корреляции, а соответствующие коэффициенты подбираются методом наименьших квадратов с целью минимизации отклонения построенного графика средствами Excel. Тогда для некоторых наиболее употребительных диапазонов  $F'_0/F_c$ ,  $F_0/F_c$  и  $L_0/L_c$  можно получить выражения:

**Полученное расхождение больше, чем для тройников на проход [9], и составляет в среднем 10–15%, достигая, но для инженерных расчётов это может быть допустимым**

$$\zeta_{\text{отв}}^{\text{прит}} = (0,225F'_0 + 0,17)L_0'^{-(2,41F'_0 + 0,32)} \quad (1)$$



•• Рис. 2. Зависимость КМС на ответвлении унифицированных вытяжных тройников от величины  $L'_0 = L_0/L_c$  для  $F'_0 = 0,6–0,8$  при различных значениях параметра  $F'_0 = F_0/F_c$  (сплошные линии — аппроксимация по формуле (2), маркеры — данные [1])



при  $L'_0 = 0,20-0,75$  и  $F'_0 = 0,40-0,65$  — для тройников при нагнетании (приточных);

$$\zeta_{\text{отв}}^{\text{ввт}} = (31,7 - 5,85F'_0) \times (6,5L'_0{}^3 - 10,7L'_0{}^2 + 5,85L'_0 - 0,475F'_0 - 0,79) \quad (2)$$

при  $L'_0 = 0,2-0,7$ ,  $F'_0 = 0,3-0,5$  и  $F'_n = 0,6-0,8$  — для тройников при всасывании (вытяжных).

Точность зависимостей (1) и (2) демонстрируют рис. 1 и 2, где приведены результаты обработки табл. 22.36 и 22.37 [1] для КМС унифицированных тройников (узлов ответвлений) на ответвлении круглого сечения при всасывании. В случае прямоугольного сечения результаты будут отличаться незначительно.

Можно отметить, что расхождение здесь больше, чем для тройников на проход [9], и составляет в среднем 10–15%, иногда даже до 20%, но для инженерных расчётов это может быть допустимым, особенно с учётом очевидной исходной погрешности, содержащейся в таблицах [1], и одновременного упрощения расчётов при использовании Excel. В то же время полученные соотношения не требуют никаких иных исходных данных, кроме уже имеющихся в таблице аэродинамического расчёта. В самом деле, в ней в явном виде должны быть указаны и расходы воздуха, и сечения на текущем и на соседнем участке, входящие в перечисленные формулы. В первую очередь это упрощает вычисления при применении электронных таблиц Excel. Одновременно рис. 1 и 2 позволяют убедиться, что найденные аналитические зависимости вполне адекватно отражают характер влияния всех основных факторов на КМС тройников и физическую сущность происходящих в них процессов при движении воздушного потока.

При этом формулы, приведённые в настоящей работе, весьма просты, наглядны и легко доступны для инженерных расчётов, особенно в Excel, а также в учебном процессе. Их использование позволяет отказаться от интерполяции таблиц при сохранении точности, требуемой для инженерных расчётов, и непосредственно вычислять коэффициенты местного сопротивления тройников на ответвлении в весьма широком диапазоне отношений сечений и расходов воздуха в стволе и ответвлениях.

Этого вполне достаточно для проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха в большинстве жилых и общественных зданий. ●

1. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2 / Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. — М.: Стройиздат, 1992. 416 с.
2. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Под ред. М.О. Штейнберга. — Изд. 3-е. — М.: Машиностроение, 1992. 672 с.
3. Посохин В.Н., Зиганшин А.М., Баталова А.В. К определению коэффициентов местных сопротивлений возмущающих элементов трубопроводных систем // Известия вузов: Строительство, 2012, №9. С. 108–112.
4. Посохин В.Н., Зиганшин А.М., Варсегова Е.В. К расчёту потерь давления в местных сопротивлениях: Сообщ. 1 // Известия вузов: Строительство, 2016, №4. С. 66–73.
5. Аверкова О.А. Экспериментальное исследование отрывных течений на входе во всасывающие отверстия // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012, №1. С. 158–160.
6. Kamel A.H., Shaqlaih A.S. Frictional pressure losses of fluids flowing in circular conduits: A review. SPE Drilling and Completion. 2015. Vol. 30. No. 2. Pp. 129–140.
7. Gabrielaitiene I. Numerical simulation of a district heating system with emphases on transient temperature behavior. Proc. of the 8th International Conference "Environmental Engineering" Vilnius. VGTU Publishers. 2011. Vol. 2. Pp. 747–754.
8. Horikiri K., Yao Y., Yao J. Modelling conjugate flow and heat transfer in a ventilated room for indoor thermal comfort assessment. Building and Environment. 2014. No. 77. Pp. 135–147.
9. Самарин О.Д. Расчёт местных сопротивлений в системах вентиляции зданий // Журнал С.О.К., 2012, №2. С. 68–70.

References — see p. 95.

На правах рекламы.



**60** Testo  
1957-2017

## 60 за 60: специальное юбилейное предложение Testo

Нам скоро 60, и у нас для Вас есть юбилейные комплекты для измерения дымовых газов: с гарантией на 60 месяцев.

- 5-летняя гарантия на сенсоры O<sub>2</sub> и CO
- Исключительно лёгкая эксплуатация
- Удобное управление с помощью смартфона через приложение



## LG Electronics совершила очередной шаг вперёд в развитии холодильных машин

Передовые инверторные холодильные машины — специалисты LG предлагают целый ряд впечатляющих преимуществ, демонстрируя будущее систем климатического контроля.

Как гласит пословица: копейка рубль бережёт. Неудивительно, что предприимчивые бизнесмены постоянно ищут возможности для того, чтобы реализовать такой подход в жизни. И, хотя инвестиции в эффективные, экологически безопасные решения давно стали приоритетом для владельцев недвижимости, заоблачные траты, размеры предлагаемого оборудования и требования к установке по-прежнему остаются проблемой. В конце концов, заплатить прямо сейчас за возможность сэкономить когда-то в будущем довольно трудно, если основного внимания требует текущий бюджет.

К счастью, современные технологии позволили сделать высокоэффективные энергосберегающие решения дешевле и доступнее. Кроме того, всё больше руководителей начинают понимать, что дилемма выбора между защитой окружающей среды и прогрессом человечества является мнимой, и что сегодняшние потребители действительно могут делать выбор в пользу обоих этих направлений. Холодильная машина с инверторным спиральным компрессором и воздушным охлаждением конденсатора LG Air Cooled Inverter Scroll Chiller создана для того, чтобы экономить деньги, пространство и время, обеспечивая при этом защиту окружающей среды. Такая система — отличный пример современного решения, которое позволяет повысить логичность и комфорт, в то же время сократить расходы на электроэнергию.

Снижение энергопотребления неизменно оказывается ключевым компонентом любого решения, которое разрабатывается, чтобы сократить издержки.

**Холодильная машина с инверторным спиральным компрессором и воздушным охлаждением конденсатора LG Air Cooled Inverter Scroll Chiller создана для того, чтобы экономить деньги, пространство и время, обеспечивая при этом защиту окружающей среды**

Система LG Inverter Scroll Chiller способна дать ответ на этот вызов: в ней применяется передовой инверторный компрессор, который позволяет системе функционировать эффективно при различных нагрузках. Это резко выделяет её на фоне конкурентов, которые способны работать только с постоянной скоростью. Чтобы обеспечить адекватный климат-контроль, такие системы вынуждены постоянно включаться и выключаться, что неизбежно связано с ненужным перерасходом энергии. Со своей стороны, система LG Inverter Scroll Chiller может работать в большом диапазоне частот, что позволяет очень эффективно расходовать потребляемую энергию. Это повышает производительность и снижает затраты на электроэнергию. Кроме того, запатентованная компанией LG технология HiPOR значительно повышает эффективность всех компрессоров спирального типа LG Inverter Scroll. В обычных системах масло возвращается через трубу всасывания хладагента — это означает, что хладагент и масло вынуждены делить между собой ограниченное пространство труб, а это ведёт к энергетическим потерям. Однако запатентованная технология LG HiPOR предотвращает потерю хладагента во всасывающей трубе, возвращая масло непосредственно в компрессор.

Несмотря на явную привлекательность энергоэффективных решений для климатических систем, фактические условия зданий и сооружений не всегда подходят для новейших технологий. Всё, от архитектурного стиля здания до его компоновки и даже года завершения строительства, влияет на типы решений, которые могут быть применены в нём. Особенно остро вопрос выбора подходящей климат-системы стоит для небольших зданий, а также для тех, что расположены в районах со строгими строительными нормами. К счастью, в отличие от решений с водяным охлаждением, которые зачастую являются технически сложными, инверторные системы LG Inverter Scroll Chillers с воздушным охлаждением позволяют гораздо эффективнее использовать имеющееся пространство. Помимо более



простой установки и уменьшения занимаемого пространства, модульная конструкция такой системы позволяет легко наращивать её возможности тогда, когда это потребуется.

При этом невероятная простота установки системы Inverter Scroll Chiller — это лишь один пример того, как её тщательно продуманная конструкция даёт пользователям практические преимущества. Система оснащена специальным «чёрным ящиком», который записывает всю информацию о функционировании системы до мельчайших подробностей, что позволяет техническим специалистам легко и быстро проводить диагностику и выявлять возможные отклонения в работе системы. Если установка долго находилась без обслуживания или нуждается в ремонте, аварийное резервное устройство помогает всей системе оставаться в рабочем состоянии. Кроме того, пользователь может контролировать до пяти холодильных машин с помощью одного контроллера NMI Touch, что позволяет экономить и время, и деньги. Контроллер предлагает пользователю множество функций, включая мониторинг рабочего цикла, контроль графика, управление запросами. При необходимости контроллер допускает удалённую установку. Кроме того, у пользователей есть возможность добавить к основным компонентам теплообменник Ocean Black Fin и двойное защитное покрытие Dual Protection Coating, что существенно повышает коррозионную устой-



чивость компонентов. Всё это позволяет системе оставаться востребованной даже в самых непростых условиях (например, в прибрежных зонах), одновременно продлевая срок службы системы и снижая затраты на техническое обслуживание.

Удобные в использовании решения — далеко не новость на рынке, однако холодильная машина Inverter Scroll Chiller выступает на их фоне как истинный лидер в области экономии и экологии. У него впечатляющий интегральный показатель эффективности при частичной нагрузке (IPLV), достигающий значения 5,0, а коэф-

фициент преобразования теплоты (COP) составляет 3,0, благодаря чему чиллер выделяется среди конкурентов как хорошо сбалансированное решение. Его невероятный экологический потенциал делает его естественным выбором для владельцев недвижимости, которым важна экономическая эффективность системы, но которые при этом не готовы жертвовать её производительностью. Модель Inverter Scroll Chiller демонстрирует прекрасные результаты в обеих этих областях, а её революционная универсальность меняет сам подход к разговору о том, как лучше всего обеспечить защиту окружающей среды, при этом сохраняя производительность, соответствующую современным ожиданиям потребителей.

LG объединяет современные инновации с новейшими дизайнерскими решениями, чтобы предложить потребителям систему, разработанную специально для тех, кто не готов жертвовать комфортом или эффективностью. Холодильная машина Inverter Scroll Chiller не заставляет владельцев зданий уделять первоочередное внимание планете, пренебрегая собственными затратами, — она являет собой следующий этап развития климатических систем, ориентированных на потребности клиентов. Кроме того, её продуманная конструкция упрощает как использование, так и установку машины.

Уникальная способность холодильной машины Inverter Scroll Chiller сочетать в себе эффективность с высокой производительностью делает её естественным выбором тех потребителей, которые хотят сэкономить свои деньги, сберечь окружающую среду и повысить комфорт в своих зданиях. ●



❖ Холодильная машина с инверторным спиральным компрессором и воздушным охлаждением конденсатора LG Air Cooled Inverter Scroll Chiller



## Анализ VRF-систем. Система маслоотделения

Сегодня на рынке присутствуют VRF-системы оригинальных японских, корейских и китайских брендов. Ещё больше VRF-систем многочисленных OEM-производителей. Внешне все они очень похожи, и складывается ложное впечатление, что все VRF-системы одинаковы. Но «не все йогурты одинаково полезны», как говорилось в популярной рекламе. Мы продолжаем серию статей, направленных на изучение технологий получения холода, которые используются в современном классе кондиционеров — VRF-системах.

Ранее в журнале (№5–7/2017) мы уже рассмотрели систему переохлаждения хладагента и её влияние на характеристики кондиционера, различные компоновки компрессорного узла. В этой статье мы изучим систему маслоотделения.

Для чего необходимо масло в холодильном контуре? Для смазки компрессора. И находиться масло должно именно в компрессоре. В обычной сплит-системе масло свободно циркулирует вместе с фреоном и равномерно распределяется по всему холодильному контуру. У систем VRF холодильный контур слишком большой, поэтому первая проблема, с которой столкнулись производители систем VRF, — это уменьшение уровня масла в компрессорах и выход их из строя из-за «масляного голодания».

Существуют две технологии, с помощью которых холодильное масло возвращается обратно в компрессор. Во-первых, в наружном блоке применяется сепаратор масла (маслоотделитель), как это показано на рис. 1. Сепараторы масла устанавливаются на нагнетательной трубе компрессора между компрессором и конденсатором. Масло уносится из компрессора как в виде мелких капель, так и в парообразном состоянии, так как при температурах от 80 до 110°C происходит частичное испарение масла. Большая часть масла оседает в сепараторе и возвращается по отдельному маслопроводу в картер компрессора. Это устройство значительно улучшает режим смазки компрессора и в конечном итоге повышает надёжность системы.

С точки зрения конструкции холодильного контура существуют системы вообще без сепараторов масла, системы

с одним сепаратором масла на все компрессоры, системы с сепаратором масла на каждом компрессоре. Идеальный вариант равномерного распределения масла — это когда каждый компрессор обладает «своим» сепаратором масла (рис. 1).

### Конструкции сепараторов (маслоотделителей)

Масло в маслоотделителях отделяется от газообразного хладагента в результате резкого изменения направления и уменьшения скорости движения пара (до 0,7–1,0 м/с). Направление движения газообразного хладагента изменяется с помощью перегородок или определённым образом установленных патрубков. В этом случае маслоотделитель улавливает только 40–60% масла, унесённого из компрессора. Поэтому лучшие результаты даёт центробежный или циклонный маслоотделитель (рис. 2). Газообразный хладагент,

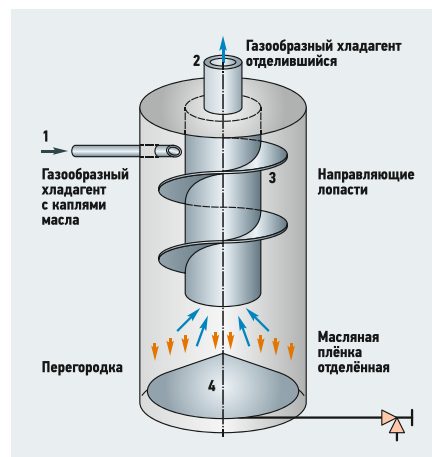


Рис. 2. Конструкция центробежного маслоотделителя

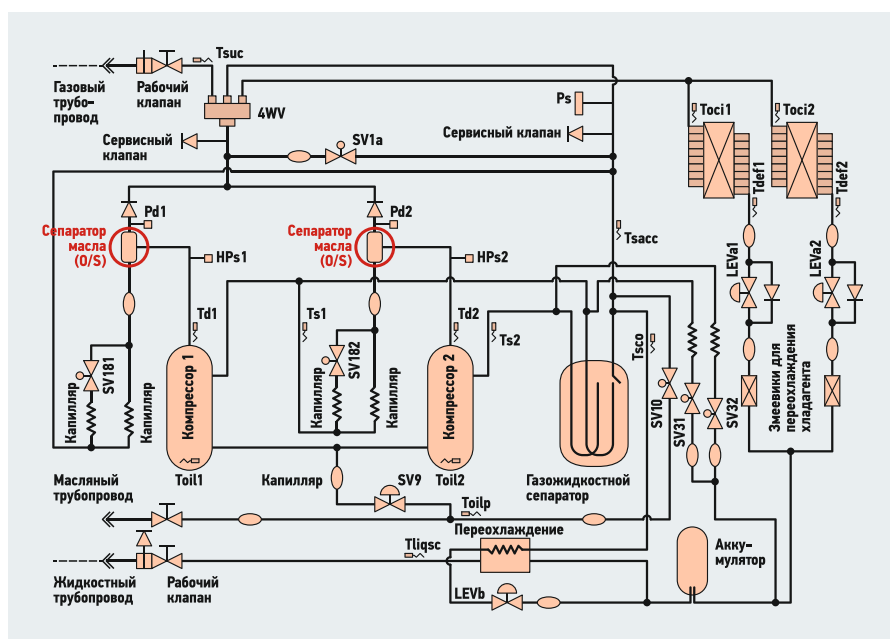


Рис. 1. Схема холодильного контура VRF-системы с двумя сепараторами фреоновой масла

Автор: С.В. БРУХ, технический директор ООО «Компания МЭЛ», технический редактор журнала С.О.К.

поступающий к патрубку 1, попадая на направляющие лопатки 3, приобретает вращательное движение. Под действием центробежной силы капли масла отбрасываются на корпус и образуют медленно стекающую вниз плёнку. Газообразный хладагент при выходе из спирали резко меняет своё направление и по патрубку 2 уходит из сепаратора масла. Отделившееся масло отгораживается от струи газа перегородкой 4, чтобы предотвратить вторичный захват масла хладагентом.

Несмотря на работу сепаратора, небольшая часть масла всё-таки уносится с фреоном в систему и постепенно там накапливается. Для его возврата применяется специальный режим возврата масла. Суть его в следующем. Наружный блок включается в режиме охлаждения на максимальную производительность. Все клапана EEV во внутренних блоках полностью открыты. Но вентиляторы внутренних блоков выключены, поэтому фреон в жидкой фазе проходит через теплообменник внутреннего блока не выкипая. Жидкое масло, находящееся во внутреннем блоке, смывается жидким фреоном в газовый трубопровод. И далее возвращается в наружный блок с газообразным фреоном на максимальной скорости.

**Тип холодильного масла**

Тип холодильного масла, используемого в холодильных системах для смазки компрессоров, зависит от типа компрессора, его производительности, но главное — от используемого фреона. Масла для холодильного цикла классифицируются как минеральные и синтетические.



Минеральное масло главным образом используется с хладагентами CFC (R12) и HCFC (R22) и основано на нефти или парафине, либо смеси парафина и акрилбензола. Хладагенты HFC (R410a, R407c) не растворяются в минеральном масле, поэтому для них используется синтетическое масло.

**Масло в картере компрессора содержит некоторое количество растворённого хладагента, а жидкий хладагент в конденсаторе содержит небольшое количество растворённого масла. Недостаток использования последнего — это образование пены**

**Подогреватель картера**

Холодильное масло смешивается с хладагентом и циркулирует с ним на протяжении всего цикла охлаждения. Масло в картере компрессора содержит некоторое количество растворённого хладагента, а жидкий хладагент в конденсаторе содержит небольшое количество растворённого масла. Недостаток использования последнего — это образование пены. Если холодильная машина отключается на длительный период и температура масла в компрессоре ниже, чем во внутреннем контуре, хладагент конденсируется и большая его часть растворяется в масле. Если в этом состоянии происходит пуск компрессора, давление в картере падает и растворённый хладагент испаряется вместе с маслом, образуя масляную пену. Этот процесс называют «пенообразование», он приводит к выходу масла из компрессора по нагнетательному патрубку и ухудшению смазки компрессора. Для предотвращения пенообразования на картере компрессора VRF-систем установлен подогреватель, чтобы температура картера компрессора всегда была немного выше температуры окружающей среды (рис. 3).

**Влияние примесей на работу холодильного контура**

- 1. Технологическое масло** (машинное, масло для сборки). Если в систему, использующую хладагент HFC, попадёт технологическое масло (например, машинное), то такое масло будет отделяться, образуя хлопья и вызывая засор капиллярных трубок.
- 2. Вода.** Если в систему охлаждения, использующую хладагент HFC, попадает вода, то повышается кислотность масла, происходит разрушение полимерных материалов, используемых в двигателе компрессора. Это приводит к разрушению и пробоям изоляции электродвигателя, засорению капиллярных трубок и т.д.
- 3. Механический мусор и грязь.** Возникающие проблемы: засорение фильтров, капиллярных трубок. Разложение и отделение масла. Разрушение изоляции электродвигателя компрессора.
- 4. Воздух.** Следствие попадания большого количества воздуха (например, систему заправили без вакуумирования): аномальное давление, повышенная кислотность масла, пробой изоляции компрессора.
- 5. Примеси других хладагентов.** Если в систему охлаждения попадает большое количество хладагентов различного типа, возникает аномальное рабочее давление и температура. Следствием этого является повреждение системы.
- 6. Примеси других холодильных масел.** Многие холодильные масла не смешиваются друг с другом и выпадают в осадок в виде хлопьев. Хлопья забивают фильтры и капиллярные трубки, снижая расход фреона в системе, что ведёт к перегреву компрессора.



⚡ **Рис. 3.** Подогреватель картера компрессора



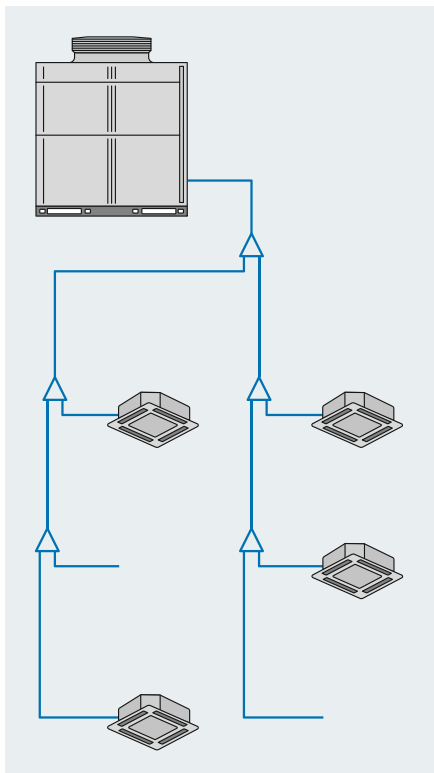


Рис. 4. Частичный монтаж внутренних блоков

Неоднократно встречается следующая ситуация, связанная с режимом возврата масла в компрессоры наружных блоков. Смонтирована VRF-система кондиционирования воздуха (рис. 4). Дозаправка системы, параметры работы, конфигурация трубопроводов — всё в норме. Единственный нюанс — часть внутренних блоков не смонтирована, но коэффициент загрузки внешнего блока допусти-

мый — 80%. Тем не менее, регулярно выходят из строя компрессоры по причине заклинивания. В чём причина?

А причина проста: дело в том, что для монтажа недостающих внутренних блоков были подготовлены ответвления. Эти ответвления были тупиковыми «аппендиксами», в которые циркулирующее вместе с фреоном масло попадало, но обратно выйти уже не могло и там накапливалось. Поэтому компрессоры выходили из строя из-за обычного «масляного голодания». Чтобы этого не произошло, на ответвлениях максимально близко к раз-

ветвителям необходимо было поставить запорные вентили. Тогда масло свободно циркулировало бы в системе и возвращалось в режиме сбора масла.

### Маслоподъёмные петли

Для VRF-систем японских производителей нет требований установки маслоподъёмных петель. Считается, что сепараторы и режим возврата масла эффективно возвращают масло в компрессор. Однако нет правил без исключений — на системах MDV серии V5 рекомендуется установка маслоподъёмных петель, если

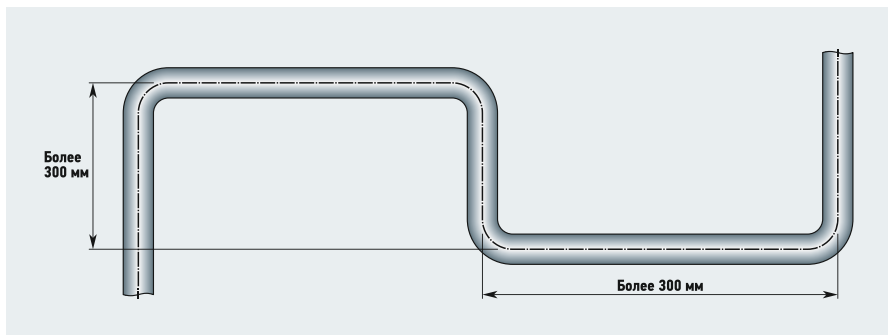


Рис. 5. Схема маслоподъёмной для газопровода

**Маслоподъёмная петля накапливает масло перед вертикальным подъёмом. Оно скапливается в нижней части трубы и постепенно перекрывает пропуск фреона. При полном перекрытии сечения трубы маслом фреон выталкивает эту масляную пробку**

наружный блок выше внутренних и перепад высот более 20 м (рис. 5).

Для фреона R410A маслоподъёмные петли рекомендуется ставить через каждые 10–20 м вертикальных участков. Для фреонов R22 и R407C маслоподъёмные петли рекомендуется ставить через 5 м вертикальных участков.

Физический смысл маслоподъёмной петли сводится к накоплению масла перед вертикальным подъёмом. Масло скапливается в нижней части трубы и постепенно перекрывает отверстие для пропуск фреона. Газообразный фреон увеличивает свою скорость в свободном сечении трубопровода, захватывая при этом скопившееся жидкое масло.

При полном перекрытии сечения трубы маслом фреон выталкивает это масло как пробку до следующей маслоподъёмной петли.

### Вывод

Сепараторы масла являются важнейшим и обязательным элементом качественной VRF-системы кондиционирования. Только благодаря возврату фреонового масла обратно в компрессор достигается надёжная и безаварийная работа VRF-системы. Наиболее оптимальный вариант конструкции — когда каждый компрессор снабжён отдельным сепаратором, так как только в этом случае достигается равномерное распределение фреонового масла в многокомпрессорных системах. ●

### Применяемые хладагенты и соответствующие масла

табл. 1

Хлад-агент	Масло	ХФ (отеч.)	Mobil	Total PlanetELF	Suniso	Bitzer
R12	Минерал.	ХФ 12-16	Mobil Gargoyle Arctic Oil 155, 300	—	Suniso 3GS, 4GS	—
R22	Минерал., синтет.	ХФ 12-24	Mobil Gargoyle Arctic Oil 155, 300; Mobil Gargoyle Arctic SHC 400; Mobil Gargoyle Arctic SHC 200; Mobil EAL Arctic 32, 46, 68, 100	Lunaria SK	Suniso 3GS, 4GS	Biltzer B 5.2, Biltzer B100
R23	Синтет.	—	Mobil EAL Arctic 32, 46, 68, 100	PlanetELF ACD 68M	Suniso SL 32, 46, 68, 100	Biltzer BSE 32
R134a	Синтет.	—	Mobil Arctic Assembly Oil 32; Mobil EAL Arctic 32, 46, 68, 100	PlanetELF ACD 32, 46, 68, 100; PlanetELF PAG	Suniso SL 32, 46, 68, 100	Biltzer BSE 32
R404a	Синтет.	—	Mobil EAL Arctic 32, 46, 68, 100	PlanetELF ACD 32, 46, 68, 100	Suniso SL 32, 46, 68, 100	Biltzer BSE 32
R406a	Синтет.	ХФ 12-16	Mobil Gargoyle Arctic Oil 155, 300	—	Suniso 3GS, 4GS	—
R407c	Синтет.	—	Mobil EAL Arctic 32, 46, 68, 100	PlanetELF ACD 32, 46, 68, 100	Suniso SL 32, 46, 68, 100	Biltzer BSE 32
R410a	Синтет.	—	Mobil EAL Arctic 32, 46, 68, 100	PlanetELF ACD 32, 46, 68, 100	Suniso SL 32, 46, 68, 100	Biltzer BSE 32
R507	Синтет.	—	Mobil EAL Arctic 22CC, 32, 46, 68, 100	PlanetELF ACD 32, 46, 68, 100	Suniso SL 32, 46, 68, 100	Biltzer BSE 32
R600a	Минерал.	ХФ 12-16	Mobil Gargoyle Arctic Oil 155, 300	—	Suniso 3GS, 4GS	—

# SAMSUNG

Система кондиционирования

## SUPER DVM S

Умное решение  
для вашего бизнеса



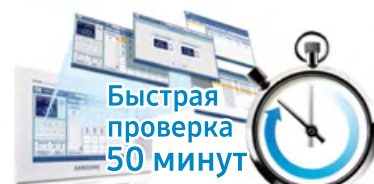
### Легкий монтаж

Система SUPER DVM S обеспечивает легкий монтаж и эффективную работу на любом объекте.



### Мощность блока 30 л.с. (84 кВт)

SUPER DVM S экономит установочное пространство и стоимость монтажа с наружными блоками до 30 л.с. (84 кВт) и их объединением в комбинацию до 4 штук с суммарной производительностью на охлаждение до 120 л.с. (336 кВт).



### Управление и диагностика по Wi-Fi

Система SUPER DVM S проводит полную автоматическую самодиагностику всего за 50 минут. Результаты доступны в наглядном виде на портативных и мобильных устройствах.



## Ferrari из Брянска или история вентиляторов ВИР от «ВЕЗА»

ВИР (Вентиляторы Индустриальные Радиальные) — это самостоятельный проект для тяжёлых условий работы, высоконапорные вентиляторы компании «ВЕЗА», разработанные за 2007–2016 годы. Назначение ВИР — технологическая вентиляция и особо ответственные задачи с большим ресурсом работы. Уникальность ВИР — в большом разнообразии серий и габаритов, высочайшем качестве конструкции и максимальном КПД во всех выпускаемых габаритах.



ВИР (торговая марка вентиляторов компании «ВЕЗА») введена в Технические условия 2007 года для описания новой группы моделей и разделения «старых» советских схем вентиляторов и более разнообразной и качественной продукции, разработанной «ВЕЗА» по европейским прототипам. Не секрет, что наиболее известные и современные серии вентиляторов ВЦ 5-35, ВЦ 5-45 и ВЦ 5-50 сделаны по лицензии фирмы Punker заводом «Мовен» в конце 1980-х годов.

Также популярные на рынке серии ВР 125-28, ВР 132-30, ВР 7-15 и другие «номерные серии» (по справочнику «Радиальные вентиляторы» под редакцией Т.С. Соломаховой) имеют очень длинную историю, берущую своё начало в 1970-х годах. Главный недостаток перечисленных выше «номерных» серий из справочника Соломаховой — полная анонимность производителя (завод АО «Мовен» закрылся в 2007 году), редкая номенклатура и низкое качество вентиляторов.

Пользуясь авторитетом любого документа времён СССР, большинство производителей показывают «каталожные» характеристики вентиляторов вместо

фактических, но при этом не способны выполнить сложные конструктивные элементы аэродинамической схемы рабочего колеса. Вентиляторы «советских» серий и сегодня производятся (в основном в стенах пенитенциарных учреждений) и перепродаются посредниками в России, что не поднимает степени доверия к их качеству у заказчиков.

Семейство вентиляторов ВИР от компании «ВЕЗА» состоит из серий ВИР-100, -200, -300, -400, -600, -800 (зарезервированы и могут использоваться подсерии -500, -700, -1000 для отдельных проектов). Серия ВИР-1000 полностью индивидуальна и предназначена для больших вентиляционных установок производительностью более 200 тыс. м<sup>3</sup>/ч. В каждой серии реализованы стандартные габариты колёс: 315–400–450 ... 1250–1400–1600 мм. Прототипом для построения серий стали модели вентиляторов Ferrari Ventilatori (в 2016 году поглощена фирмой Soler & Palau). Вентиляторы Ferrari имеют массу аналогов, например, MZ-Aspiratory, Sodeca, и фактически могут считаться стандартом данного типа оборудования в Европе, в том числе по разнообразию серий.



Автор: Федор АНДРОНОВ, технический директор компании ООО «ВЕЗА»



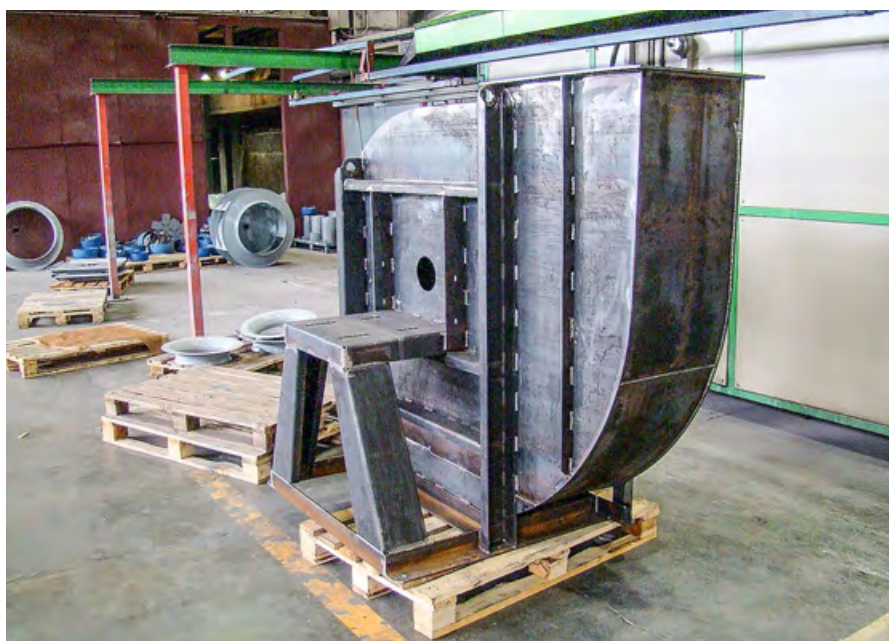


**Конструкция и технология производства ВИР не являются секретом. Полностью сварной корпус с раскроем всех деталей на лазере и с высококачественной сваркой. Во многом именно роботизированная сварка и даёт предприятию «ВЕЗА» возможность получать недорогие и очень точные по геометрии колёса. Робот-сварщик — он как контроллер ОТК: пропустить «кривые» детали не может**

Робот-сварщик — он как контроллер ОТК: пропустить «кривые» детали не может. Формовка деталей рабочего колеса — лопаток и особенно переднего диска — это отдельная технология «ВЕЗА». При-

Компания «ВЕЗА» отобрала только пять серий из более чем 20-ти для удобства массового применения и потратила более пяти лет на разработку конструкторской документации, технологии производства и проведение лабораторных тестов.

Конструкция и технология производства ВИР не являются секретом. Полностью сварной корпус с раскроем всех деталей на лазере и с высококачественной сваркой — резка плазмой не даёт необходимой точности, а сварка требует не только обученных работников, но также роботов. Во многом именно роботизированная сварка и даёт предприятию «ВЕЗА» возможность получать недорогие и очень точные по геометрии колёса. Для роботизированной сварки нужны сборочные кондукторы более жёсткой и точной фиксации деталей.



менение «упрощённых» прямых лопаток и плоского переднего диска в серии ВИР невозможно, так как необходимы честные характеристики, а не «муляж» вентилятора. Упрощение конструкции обычно сразу «минусует» 25–40% от заявленных параметров, однако потребляемая мощность при этом сохраняется, то есть вентилятор «ест» электроэнергию, но «дует» ощутимо слабее, чем заявлено.

«ВЕЗА» использует ЧПУ-станки скоростного роликового выдавливания по фиксированной форме, а также станки вытягивания двумя роликами с произвольной геометрией формы. Прессы для создания формы используются только для формовки некоторых видов лопаток. Все раскатные формы компания «ВЕЗА» производит самостоятельно, что даёт полную свободу в выпуске новых модификаций вентиляторов.

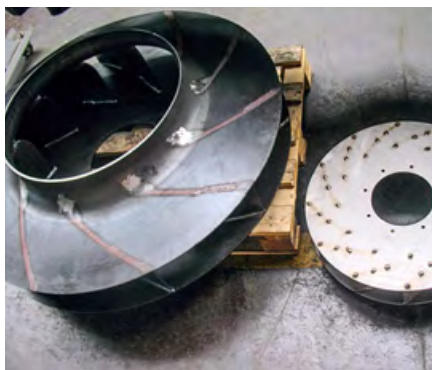




Опыт «ВЕЗА» подкреплён десятилетней работой по поставкам оригинальных вентиляторов Ferrari в Россию. «ВЕЗА» поставляла эти вентиляторы с выполнением индивидуального подбора специально обученными сотрудниками строго под проект. Подготовка сотрудников «ВЕЗА» позволила без участия фирмы Ferrari, пользуясь программой подбора и богатым опытом, успешно продавать свыше 300 вентиляторов в год. Все поставляемые агрегаты проходили сборку с монтажом российского электромотора, получали паспорт «ВИР-ВЕЗА» и покрывались гарантией «ВЕЗА». Общий объём с 2007 по 2014 годы составил тысячи штук. В 2015 году доля вентиляторов производства «ВЕЗА» достигла 95%, применение покупных вентиляторов Ferrari перестало быть необходимым, и цена на вентиляторы была сохранена на уровне «старого» курса евро.

Собственный программный продукт VEZAfan с набором вентиляторов ВИР разрабатывается для удобного самостоятельного применения. «ВЕЗА» поддерживает специальный сервис по подбору ВИР в четырёх филиалах — в городах Брянск, Санкт-Петербург, Красноярск и Храпуново. Специально выделенные в штате компании инженеры с многолетним опытом помогают правильно решить задачу применения вентилятора ВИР, в том числе при создании новых машиностроительных продуктов: горелок котлов, систем аспирации, зерносушильных установок, систем охлаждения механизмов и электромоторов и пр.

Вентиляторы ВИР стали базовыми для применения на АЭС и морских платформах. ВИРы свободно «закрывают» всю



номенклатуру дымососов и мельничных вентиляторов серий ВДН, ВДН, ВМ, ВВДН, РСС, ВРС. Вместе с ВИР производятся гибкие вставки СОМ разного исполнения, в том числе для горячих газов (до посто-

янной температуры +450°C), а также коррозионно-стойкие, антистатические и для высокого давления (до 20 кПа).

Для ВИР поставляются акустические кабины, снижающие наружный шум ниже регламентируемых 75–80 дБ(А). Клапаны отсечные, уличные жалюзи, механические фильтры и, конечно, шкафы системы управления производства «ВЕЗА» поставляются в составе проекта ВИР.

Выбор всех необходимых дополнительных узлов производит подготовленный инженер «ВЕЗА».

Фактически более половины ВИРов — это индивидуальные проекты, разрабатываемые строго под заказчика, при этом есть возможность заказа по прайс-листу.

Вся работа по разработке конструкторской документации, технологической оснастке, выпуску пилотного образца и проведению испытаний, а также серийное производство осуществлены в городе Брянске на заводе «ВЕЗА», производственные площади которого составляют 10 тыс. м<sup>3</sup>. Мощности завода увеличены в 2017 году благодаря переносу производства массовых гражданских продуктов на новый завод «ВЕЗА-Карачев» («Брянск-2» — ещё 7000 м<sup>3</sup>). Специализация «ВЕЗА-Брянск» — тяжёлые и сложные вентиляторы ВИР среднего и малого размера с габаритами колёс 315–2000 мм. Проектирование машин сверхбольшого размера с колёсами до 3600 мм также ведётся в серии ВИР-1000 в качестве перспективной разработки «ВЕЗА».

Помимо серии ВИР компания «ВЕЗА» также развивает серии «ОСА» (осевые вентиляторы), в том числе под индивидуальные требования заказчиков. ●





ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



IX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

# ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

VII МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС

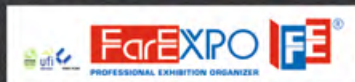


## Энергосбережение и энергоэффективность – динамика развития



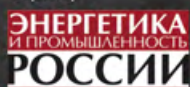
3-6  
ОКТАБРЯ  
2017  
Санкт-Петербург

Организатор



Тел.: +7 (812) 777-04-07; +7 (812) 718-35-37; st@farexpo.ru www.farexpo.ru  
МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1

Генеральный  
информационный  
партнер



Генеральный  
интернет-партнер



Официальный  
информационный  
партнер:



Отраслевой  
информационный  
партнер





## Наблюдение из жизни: конденсат в бассейнах. Мнения специалистов

Устройство накладных материалов может привести к постепенному негативному воздействию на основные несущие конструкции помещений бассейнов из-за отсутствия контроля их состояния. Наш автор поделился своими наблюдениями, обрисовал проблему и предложил высказаться на этот счёт своим коллегам. Они откликнулись, и с их многоплановыми доводами наши уважаемые читатели могут ознакомиться, прочитав эту дискуссионную статью.

В последние годы, отдыхая в оздоровительных учреждениях Подмосквья с бассейнами при них, я присматриваюсь к объектам, возведённым в 1970–1980-е годы и подвергнутым реконструкции. Меня интересовали бассейны, так как по роду своей профессиональной деятельности мне приходилось ими заниматься в рамках направления «Технология». Надо заметить, что в устройстве различных новых оздоровительных приспособлений наблюдается значительный прогресс. Но мне хочется остановиться на особенностях реконструкции и обновлении строительных поверхностей (потолки, стены) в душевых и в помещениях бассейнов. Стены выложены из хороших керамических изделий и не вызывают нареканий. Но потолки, как правило, после реконструкции облицованы лёгкой профильной сталью или пластиком, а в душевых дополнительно установлены потолочные светильники. Всё это вызывает определённые вопросы.

Устройство накладных материалов может привести к постепенному негативному воздействию на основные несущие конструкции помещений из-за отсутствия визуального наблюдения за ними: накоплению конденсата, отслоению бетона, оголению арматуры, что может привести к внезапному падению отдельных участков потолочной конструкции, а в душевых — к появлению неприятных запахов (я в этом убедился). По моему мнению, потолки должны быть покрашены водоотталкивающими красками по основным строительным конструкциям.

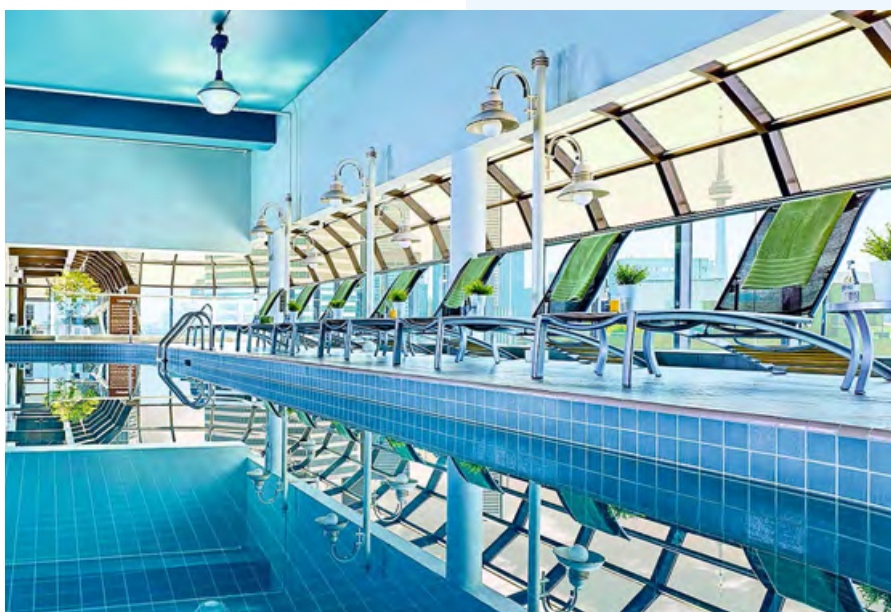
Интересно услышать по этому вопросу мнение компетентных коллег-специалистов — как, по их мнению, необходимо решать подобные проблемы?

**А. В. Бусахин, к.т.н., доцент МГСУ, главный инженер компании ООО «З Монтажное Управление «Промвентиляция»**

— Вообще, устройство подвесных потолков в душевых не рекомендуется, но так быстрее и дешевле. Более важна работающая в соответствии с нормами вентиляция. Если её нет, то и отсутствие потолков не спасёт от конденсата, грибка и т.д. В залах и помещениях, где подвесной потолок необходим (по эстетическим соображениям) должна быть предусмотрена вытяжка из запотолочного пространства. Чаще всего причины описанной ситуации заключаются в непрофессиональном проектировании или монтаже инженерных систем, экономии на отделке, а также в неработающих инженерных системах (это такой способ экономии). Итог описан верно.

**О. Д. Самарин, к.т.н., доцент кафедры «Отопление и вентиляция» ФГБОУ ВПО «МГСУ»**

— В целом точку зрения автора «Наблюдения...» я бы поддержал. Вообще, в бассейнах при организации воздухообмена действительно один из основных вопросов — это предотвращение конденсации водяных паров на внутренних поверхностях строительных конструкций, особенно в верхней зоне, с учётом того, что водяной пар концентрируется именно там из-за меньшей плотности по сравнению с сухим воздухом. Для этого применяются соответствующие схемы организации воздухообмена, воздухораспределения и определение количества наружного воздуха для ассимиляции влаговыведений с целью поддержания относительной влажности внутреннего воздуха не более 60% во все периоды года.



Но, опять-таки из-за накопления паров у перекрытия, полностью избежать этого фактически не всегда удаётся, поэтому для обеспечения безопасности конструкций один из подходов — как раз тот, который предлагается Ю.А. Рушниковым.

**А. Г. Рымаров, к.т.н., доцент кафедры «Отопление и вентиляция» ФГБОУ ВПО «МГСУ»**

— Согласен с автором. Там где повышенная влажность, за несущими конструкциями здания нужно следить, что бы они не разрушались, так как возможна коррозия материалов конструкций, плесень и пр. К сожалению те, кто делал ремонт, об этом не знают.

**Ю. И. Толстова, к.т.н., доцент кафедры «Теплогазоснабжении и вентиляция», ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»**

— Проблемы защиты строительных конструкций помещений с влажным и мокрым влажностным режимом являются актуальными. В связи с этим они всегда рассматривались в строительных нормах и правилах (СНиП). В действующем Своде Правил (СП) 50.13330.2012 защита от переувлажнения включена в состав требований к ограждающим конструкциям (пункты 4.1 и 4.2).

Защита от переувлажнения разрабатывается при проектировании и обеспечивается выполнением условия, согласно которому

фактическое сопротивление паропроницанию должно быть не менее требуемого (пункт 8.1). Для защиты от увлажнения теплоизоляционного слоя в покрытиях зданий с влажным или мокрым режимом рекомендуется предусматривать пароизоляцию ниже теплоизоляционного слоя (пункт 8.3 и Примечание 3 к пункту 8.7).

Основное требование по предупреждению конденсации на поверхности — это недопущение снижения температуры ниже температуры точки росы.

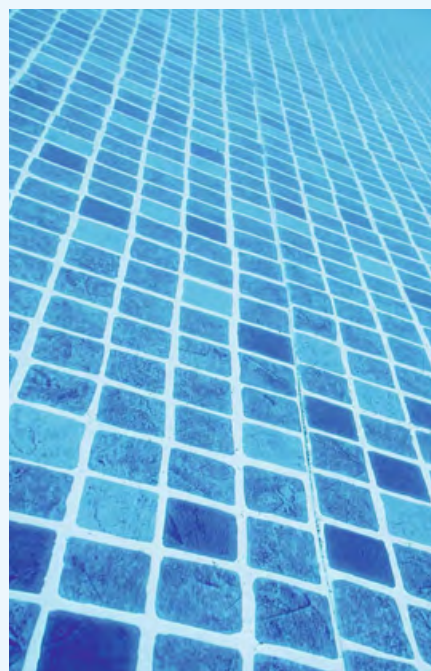
Рекомендации по защите ограждения от проникновения влаги в помещениях с влажным и мокрым режимом даны в монографии К.Ф. Фокина «Строительная теплотехника ограждающих частей зданий».



**Э. А. Ушанов, инженер**

— Это сложная и спорная тема. Как отделывать стены, как делать углы, полы, освещение, как уплотнять окна, монтировать подвесные потолки, устанавливать розетки... Как, как, как... десятки вопросов. На мой взгляд, при решении подобных вопросов необходимо руководствоваться главным принципом: не допускать выпадения конденсата на строительных поверхностях бассейна. Если в обычном помещении точка росы возникает при температуре на поверхности стены 11 °С, то в помещении бассейна этот параметр находится на уровне 21–26 °С, в зависимости от влажности в помещении. Риск возникновения конденсата, как видно, чрезвычайно высок.

Поэтому стены — и особенно потолок — необходимо дополнительно утеплять изнутри. Этим самым можно гарантированно исключить выпадение конденсата на строительных конструкциях.



По данным натурных исследований предлагается облицовка глазурованными плитками на цементном растворе с водонепроницаемыми добавками, покрытие масляной краской и смоляными лаками.

Таким образом, Юрий Алексеевич абсолютно прав в своих замечаниях. Хотелось бы обратить внимание и на необходимость оборудования указанных помещений системами вентиляции, которые могут гарантировать надёжную эксплуатацию указанных объектов и защиту ограждающих конструкций от переувлажнения.

В заключение приведу пример бассейна в нашем УрФУ (город Екатеринбург), построенного по программе партии «Единая Россия» «100 бассейнов для ВУЗов». Внутренние поверхности стен окрашены водоотталкивающими красками, а в нижней части покрыты кафельной плиткой. Покрытие помещения бассейна с внутренней стороны облицовано стальным эмалированным профилем. Вентиляция организована по схеме «сверху-вниз». Приточный воздух подаётся горизонтальными струями через решётки. За время эксплуатации почти (около 10 лет) никаких повреждений или протечек выявлено не было. ●



## Евразийский промышленный форум-выставка «Астана-2017»

В Астане, на территории выставочного центра «Корме», прошёл Евразийский промышленный форум-выставка «Астана-2017», который явился знаковым событием для профессионалов отрасли, занимающихся разработкой и промышленным производством в области возобновляемой энергетики (ВИЭ) и кабельной техники. Организаторами форума-выставки выступили «Интерэкспо России», «Конгресс Тайм» (г. Москва), ОЮЛ «Союз инженеров-энергетиков Республики Казахстан», АО «КазНИПИИ-ТЭС «Энергия» при поддержке Торгового представительства Российской Федерации в Республике Казахстан. Для журнала С.О.К. специалисты подготовили статьи, в основу которых легли их сделанные на мероприятии доклады. Статьи размещены на стр. 79–94.

**Автор:** С.В. ГРИБКОВ, академик РИА, к.т.н., учёный секретарь Комитета ВИЭ РосСНИО



Члены Комитета ВИЭ РосСНИО перед открытием конференции

Программа трёхдневной конференции была насыщена как докладами научно-практической направленности, так и освещением опыта работы в сфере ВИЭ и кабельной промышленности.

В первый день на конференции «Инвестиции в «зелёную» энергетику» обсуждались наиболее актуальные вопросы развития, внедрения и опыта эксплуатации возобновляемых источников энергии в мире, России и Казахстане. Особое внимание было уделено вопросам управления гибридными системами с использованием возобновляемых источников энергии и особенностям их эксплуатации в регионах с тяжёлыми климатическими условиями, а также вопросам подготовки специалистов.

В ходе конференции своими идеями и решениями в направлении развития возобновляемой энергетики с российской стороны поделились С.В. Грибков, академик РИА, к.т.н., учёный секретарь Комитета по проблемам использования возобновляемых источников энергии Российского союза научных и инженерных объединений (Комитет ВИЭ РосСНИО) (г. Москва); В.В. Елистратов, заместитель председателя Комитета ВИЭ РосСНИО, д.т.н., профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого; члены Комитета ВИЭ РосСНИО, в том числе Л.А. Маслов, д.т.н., главный научный сотрудник ФГУП ЦАГИ (г. Москва); Д.Г. Закиров, д.т.н., профессор, генеральный директор Ассоциации энергети-



С. В. Грибков, академик РИА, к.т.н., учёный секретарь Комитета ВИЭ РосСНИО (г. Москва)





❖ Д. Г. Закиров, д.т.н., профессор, генеральный директор Ассоциации энергетиков Западного Урала, член Комитета ВИЭ РосСНИО (г. Пермь)



❖ Г. Б. Нурпеисова, член Комитета ВИЭ РосСНИО, д.т.н., проректор Евразийского технологического университета (г. Алма-Ата)



❖ Здравко Вылчев, ассоциированный член Комитета ВИЭ РосСНИО, профессор дизайна (Республика Болгария)



❖ В. Ю. Сербин, член Комитета ВИЭ РосСНИО, д.т.н., коммерческий директор ОАО «Авангард» (г. Санкт-Петербург)

ков Западного Урала (г. Пермь); Г.Б. Нурпеисова, д.т.н., проректор Евразийского технологического университета (г. Алма-Ата); В.Ю. Сербин, д.т.н., коммерческий

директор ОАО «Авангард» (г. Санкт-Петербург); Здравко Вылчев, ассоциированный член Комитета ВИЭ РосСНИО, профессор дизайна из Республики Болгария;

Георгий Кекелидзе, председатель правления НП «Евросолар Россия»; Р.М. Утебаев, к.т.н., инженер кафедры «Энергетика» КазНИТУ им. К.И. Сатпаева и, кроме того,



❖ В. В. Елистратов, заместитель председателя Комитета ВИЭ РосСНИО, д.т.н., профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, руководитель секции ВИЭ редакционной коллегии журнала С.О.К.

**Особое внимание было уделено вопросам управления гибридными системами с использованием возобновляемых источников энергии и особенностям их эксплуатации в регионах с тяжёлыми климатическими условиями, а также вопросам подготовки специалистов**

представители других организаций и ассоциаций, ведущих активную деятельность в данном направлении.

Второй день ЕАПФ был посвящён вопросам финансирования проектов ВИЭ и открылся выступлением Sohail Hasnie, главного специалиста департамента энергетики Центральной и Западной Азии Азиатского банка развития.





Участники форума-выставки «Астана-2017»

В рамках программы конференции «Инвестиции в «зелёную» энергетику» И.Ю. Новиков, представитель компании ТОО «Эрнст энд Янг — консультационные услуги», выступил с докладом на тему «Энергоэффективность и финансовая окупаемость объектов возобновляемых источников энергии». Острые вопросы увеличения государственных расходов в отрасль ВИЭ осветил в своей презентации «Государственные инвестиции в возобновляемую и альтернативную энергетику РК» М. Абдулдаев, главный менеджер департамента АО «Национальная компания Kazakh Invest». Председатель правления Ассоциации ГП и ЭСК Н.В. Невмержицкая ответила на вопросы во время своего выступления на тему «Привлечение инвестиций в производство электри-

ческой энергии на возобновляемых источниках энергии». В третий день форума делегаты приняли участие в конференции «Новое развитие кабельно-проводнико-

**Были затронуты вопросы управления производственными процессами от анализа до воплощения; проблемы разработки и практики эффективного внедрения инноваций в производстве кабельной техники, экспортной деятельности и защиты от рисков при экспорте; основных направлений совершенствования систем контроля тендерных закупок кабельной продукции в СНГ**

вой продукции для нужд энергетики. Экспорт на мировой рынок». Были заслушаны доклады представителей крупных промышленных компаний ООО «Башпласт», ЗАО «Людиновокабель», ПАО «Нижнекамскнефтехим», а также специалистов ООО «Научно-исследовательский независимый испытательный центр», ТОО «Холдинговая компания Business Consulting Group», Ассоциации малых и средних экспортёров Казахстана и компании-разработчика информационных решений IT Enterprise.

В ходе выступлений были затронуты вопросы управления производственными процессами от анализа до воплощения; проблемы разработки и практики эффективного внедрения инноваций в производстве кабельной техники, экспортной деятельности и защиты от рисков при экспорте; основных направлений совершенствования систем контроля тендерных закупок кабельной продукции в СНГ [1].

Совместно с конференциями проходила специализированная выставка, в которой приняли участие более 30 компаний из Казахстана, России, Беларуси, Узбекистана, которые представили результаты научных исследований и инноваций в области кабельной промышленности для нужд энергетической, машиностроительной, транспортной, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей и обобщили передовой опыт и его последующее внедрение в эксплуатационную практику. ●



Л. А. Маслов, член Комитета ВИЭ РосСНИО, д.т.н., главный научный сотрудник ФГУП ЦАГИ (г. Москва)

1. Материалы Control Engineering Россия.



## О создании эффективных энергокомплексов на основе ВИЭ для сложных природно-климатических условий

В предлагаемой статье авторы рассказывают о современных технологических трендах и экономических принципах создания эффективных энергокомплексов на основе ВИЭ для сложных природно-климатических условий.

**Авторы:** В.В. ЕЛИСТРАТОВ, заместитель председателя Комитета ВИЭ РосСНИО, д.т.н., профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, руководитель секции ВИЭ редакционной коллегии журнала С.О.К.; М.А. КОНИЩЕВ, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)

Основной проблемой энергоснабжения северных территорий, где, например, по оценке Российского энергетического агентства, работает более 900 ДЭС с выработкой электроэнергии 2,54 млрд кВт·ч/год, является низкая эффективность их работы из-за изношенности оборудования, при которой себестоимость производимой энергии находится в диапазоне 15–150 руб/кВт·ч.

Учитывая наличие высокого ветропотенциала, предложено создание эффективной системы энергоснабжения для северных территорий, обеспечивающей высокую долю замещения дизельного топлива при максимальном использовании ресурса ВИЭ.

Оптимизация и модернизация существующих систем энергоснабжения приполярных территорий может эффективно проводиться на основе создания энергокомплексов на базе ВИЭ, например, в составе ветродизельных электростанций (ВДЭС), обеспечивающих высокую долю замещения дальнепривозного дизельного топлива.

При этом такие энергокомплексы должны быть адаптированы к суровым северным условиям (низкие температуры — до  $-50^{\circ}\text{C}$ , возникновение изморози, наличие вечномёрзлых грунтов основания и другие экстремальные условия).

Для создания эффективной и конкурентоспособной системы энергоснабжения на базе возобновляемых источников энергии решены следующие задачи:

1. Разработка методики достоверной оценки ресурсов ВИЭ в месте размещения ЭК в условиях ограниченной метеорологической и природно-климатической информации.
2. Разработка методики расчёта оптимальных параметров и режимов работы автономного энергокомплекса для энергоснабжения удалённых потребителей в суровых климатических условиях.
3. Разработка концепции модульной автономной системы энергоснабжения на базе ВДЭС с унифицированным энергетическим блоком, адаптированным для

работы в российских северных условиях, позволяющим формировать энергокомплекс требуемой мощности.

4. Разработка интеллектуальной системы преобразования, управления и распределения энергии ЭК, позволяющую интегрировать энергокомплекс на основе ВИЭ в автономную систему энергоснабжения в качестве активно-адаптивной установки для обеспечения надёжного и эффективного энергоснабжения потребителей.

**Оптимизация и модернизация существующих систем энергоснабжения приполярных территорий может эффективно проводиться на основе создания энергокомплексов на базе ВИЭ, например, в составе ветродизельных электростанций (ВДЭС), обеспечивающих высокую долю замещения дальнепривозного дизельного топлива**

5. Разработка методики расчёта технико-экономических показателей и инвестиций в ЭК на базе ВИЭ для автономных регионов энергоснабжения с обеспечением требуемой надёжности и экономичности под требуемый график энергопотребления объекта с учётом ресурсной обеспеченности, схем и особенностей формирования тарифов в этих регионах, адаптированного к этим условиям оборудования и технологий строительства, природно-климатических, социально-экономических, транспортных, логистических и экологических факторов.
6. Разработка и создание отечественной ВЭУ, оптимальной для северных условий мощности (50–100 кВт) под возможности северной транспортной логистики, природно-климатические условия и ресурсы ВИЭ.
7. Использование специально адаптированного дизель-генератора базовой мощности (200–300 кВт), позволяющего реализовать требуемые режимы работы.





При обосновании параметров автономного энергокомплекса на возобновляемые источники энергии в месте размещения необходимо учесть ряд факторов, таких как климатические и энергетические ресурсы, технические, экономические и экологические условия, транспортные и логистические особенности доставки оборудования, параметры и характеристики используемого оборудования.

Для такого обоснования необходимо решать многокритериальную задачу принятия решения, состоящую в оптимизации по нескольким критериям.

При этом главным критерием оптимизации являются удельные дисконтированные затраты на производство электроэнергии:  $УДЗ \rightarrow \min$ .

Величина  $УДЗ$  представляется как дисконтированная стоимость производства электроэнергии  $C_{LEV}$  (Levelized Discounted Electricity Generation Cost) и рассчитывается по формуле:

$$УДЗ = C_{LEV} = \frac{\sum_{t=T_b}^{T_e} \left( \frac{C_t}{(1+d)^{t-T_d}} \right)}{\sum_{t=T_0}^{T_l} \left( \frac{W_t}{(1+d)^{t-T_d}} \right)},$$

где  $t$  — текущий год на горизонте планирования;  $C_t$  — полные затраты электростанции (капитальные, на топливо, эксплуатацию и вывод из эксплуатации);  $W_t$  — производство электроэнергии (кВт·ч в год);  $d$  — ставка дисконтирования;  $T_b$  — дата подачи заявки на тендер;  $T_d$  — момент приведения разновремен-

ных затрат, то есть дата, к которой приводятся расчёты;  $T_0$  — дата начала коммерческого производства электроэнергии;  $T_l$  — дата окончания срока жизни установки;  $T_e$  — дата снятия электростанции с эксплуатации (дата снятия электростанции с эксплуатации  $T_e$  может не совпадать с датой окончания срока жизни установки  $T_l$ ). Момент приведения  $T_d$  может выбираться собственником или инвестором и, как правило, он совпадает или с датой подачи заявки на тендер или с датой начала эксплуатации, то есть началом коммерческого производства электроэнергии.

В зависимости от особенностей проекта энергоснабжения рассматриваются и другие критерии:

- вредные выбросы в атмосферу в эквивалентном значении:  $CO_2 < CO_{2max}$ ;
- время автономности (время автономной работы без технического обслуживания):  $T_a > T_{amin}$ ;
- максимум полезной выработки возобновляемой энергии:  $W_{ВИЭ} > W_{ВИЭmin}$ .

**При обосновании параметров автономного энергокомплекса на возобновляемые источники энергии в месте размещения необходимо учесть ряд факторов, таких как климатические и энергетические ресурсы, технические, экономические и экологические условия, транспортные и логистические особенности доставки оборудования, параметры и характеристики используемого оборудования**



Для поиска оптимальной структуры энергокомплекса с учётом обозначенных выше критериев оптимальности разработана методика выбора оптимальных параметров и режимов работы автономного энергокомплекса на основе ВИЭ в реальных условиях эксплуатации в месте размещения.

Методика включает в себя последовательное решение из четырёх блоков (рис. 1).

В блоке 4 сформирован алгоритм и реализована финансово-экономическая модель энергетического комплекса на ВИЭ, функционирующего в автономной системе энергоснабжения конкретного населённого пункта или объекта с обоснованными в блоках 2 и 3 техническими и режимными параметрами и задаваемыми из блока 1 данными по ресурсному потенциалу и особенностям региональной экономики.



Рис. 1. Блок-схема методики расчёта оптимальных параметров и режимов работы автономного энергокомплекса для энергоснабжения автономных потребителей

Данная модель формируется на основе баланса денежных притоков и оттоков на каждом расчётном шаге жизненного цикла проекта с учётом существующей и прогнозируемой региональной базы: тарифов на электроэнергию, цен на дизельное топливо, налогового окружения, налоговых льгот, инфляции, системы кредитования, рисков и т.д.

Представленный подход был использован при проектировании и технико-экономическом анализе ВДЭС поселка Амдерма (мощность ДЭС — 1050 кВт, ВЭС — 250 кВт, объём производства энергии — 2790 МВт·ч), строительства которой завершено осенью 2016 года.

На рис. 2 показаны расчётные зависимости расхода топлива от мощности ВЭС в составе ВДЭС с различным составом дизель-генераторных установок.

В результате анализа рынка ВЭУ и отсутствия оборудования, соответствующего природным особенностям места размещения энергокомплекса, для проекта ВДЭС в посёлке Амдерма (НАО) предложено использовать ВЭУ мощностью 50 кВт китайского производства, для которых внедрены мероприятия по адаптации под российские условия, разработанные Санкт-Петербургским политехническим университетом Петра Великого и компанией VTR Engineering.

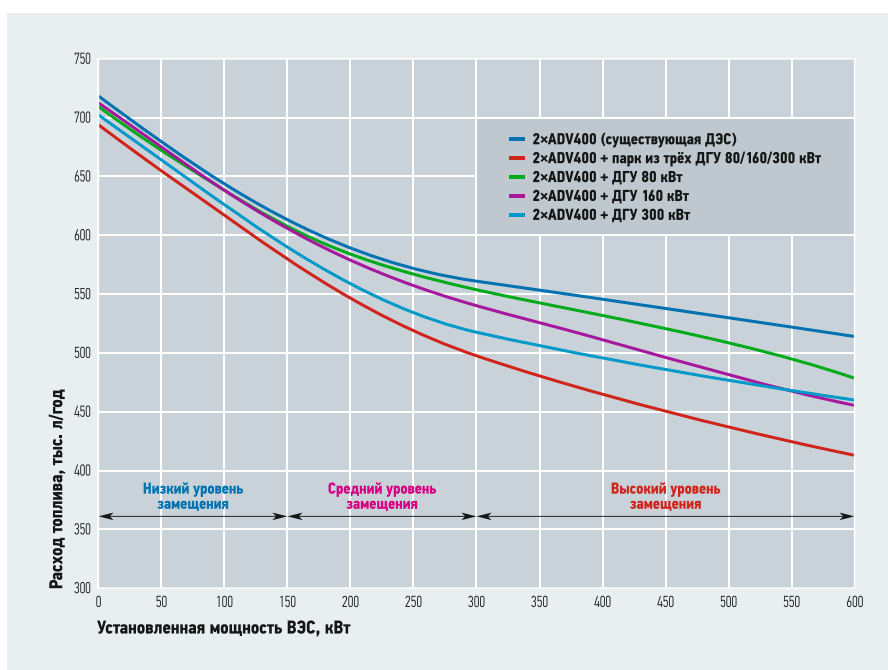


Рис. 2. Расчётная зависимость расхода дизельного топлива от количества интегрируемых ВЭУ и состава ДГУ

Оптимизация системы электроснабжения наряду с интеграцией четырёх ВЭУ в посёлке Амдерма позволяет снизить:

- расходы на собственные нужды ДЭС с 510 тыс. до 160 тыс. кВт·ч (более чем в три раза);
- расход дизельного топлива с 719 тыс. до 500 тыс. л (на 30%), то есть на 169 тыс. л в год;
- объёмы выбросов CO<sub>2</sub> на 600 тонн.

Эффект за счёт сокращения объёма привозного топлива составляет около 7 млн руб/год, с учётом снижения экономически обоснованного тарифа на 34% за счёт снижения издержек на эксплуатацию и расходы собственных нужд системный эффект оценивается около 30 млн руб. в год.

**В результате анализа рынка ВЭУ и отсутствия оборудования, соответствующего природным особенностям места размещения энергокомплекса, для проекта ВДЭС в посёлке Амдерма (НАО) предложено использовать ВЭУ мощностью 50 кВт китайского производства, для которых внедрены мероприятия по адаптации под российские условия, разработанные Санкт-Петербургским политехническим университетом Петра Великого и компанией VTR Engineering**

**Выводы**

1. Высокая стоимость тарифа на электроэнергию в автономных и децентрализованных зонах энергоснабжения и наличие высокого потенциала ВИЭ создают хорошие предпосылки для строительства ВДЭС с высокой долей замещения.
2. Предложена методика выбора параметров и режимов работы энергокомплексов на базе ВИЭ, включающая оценку ресурсного потенциала в условиях дефицита природно-климатической информации, выбор и оптимизацию состава и параметров оборудования с системой интеллектуального управления, обеспечивающая высокое замещение дизельного топлива.
3. Реализация принципов многоцелевого комплексного подхода к созданию и оценке эффективности проектов энергокомплексов на базе возобновляемых источников энергии обеспечивает повышение научно-технического уровня и инвестиционной привлекательности проектов для отдалённых районов в суровых природно-климатических условиях.



# Ветро-энергетическое оборудование и комплексы гарантированного электроснабжения малой мощности

В статье рассматриваются вопросы применения малых ветроэнергетических установок в мире и России. Автор приводит структурную схему комплекса гарантированного электроснабжения на возобновляемых источниках энергии, описывает ветрогенераторы и однолопастные ветроустановки.

Автор: С.В. ГРИБКОВ, академик РИА, к.т.н., ФГУП ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского

Ветроэнергетические установки (ВЭУ) в мире развиваются по трём направлениям — системные ВЭУ, ветродизельные ВЭУ и зарядные ВЭУ, работающие на заряд аккумуляторов. К малым ВЭУ относятся, согласно классификации МЭК, ВЭУ мощностью до 50 кВт, имеющие площадь ометаемой поверхности до 200 м<sup>2</sup>, с выходным напряжением по переменному току до 1000 В и постоянному до 1500 В [1].

ВЭУ малых мощностей активно развивается во всём мире. По статистике WWEA за 2016 год [2, 7], в 2011 году зарегистрировано более 327 предприятий мира, занимающихся производством ВЭУ малых мощностей, из которых 74% выпускают горизонтально-осевые ВЭУ, 18% — вертикально-осевые ВЭУ, 6% выпускают ВЭУ обоих типов.

Вертикально-осевые ВЭУ начали выпускать пять-семь лет назад и их средняя мощность составляет от 2,5 до 7,5 кВт. В мире на конец 2015 года было зарегистрировано 990966 ВЭУ малых мощностей. Среднегодовой прирост числа ВЭУ малых мощностей за 2015 год составил 4,88%, а с 2010 года по 2014-й их прирост составил более 51%. Суммарная мощность малых ВЭУ в 2015 году составляла 948,873 МВт. Ежегодный прирост мощности малых ВЭУ составляет более 10%, а с 2010 по 2015 годы он составил 114,07%, то есть их суммарная мощность более чем удвоилась.

Таким образом, можно говорить о тенденции устойчивого развития в мире ветроэнергетики малых мощностей.

Говоря о развитии малой ветроэнергетики в России, можно отметить, что именно у нас, ещё в начале прошлого века, были заложены основы теории ВЭУ Н.Е. Жуковским, Н.В. Красовским, Г.Х. Собинным [3]. Расцветом советской ветроэнергетики можно назвать 1959 год, когда за

**Вертикально-осевые ВЭУ начали выпускать пять-семь лет назад и их средняя мощность составляет от 2,5 до 7,5 кВт. В мире на конец 2015 года было зарегистрировано 990966 ВЭУ малых мощностей**

год было выпущено около 10 тыс. ВЭУ малых мощностей. В последующие годы в связи с развитием единой системы энергоснабжения произошёл спад их выпуска, а в 1990-е годы предприятия, выпускавшие ВЭУ в Астрахани и подмосковной Истре, прекратили своё существование.

В России 2/3 территории не охвачено единой системой электроснабжения. Питание крупных потребителей осуществляется от мощных тепловых и дизельных станций. Кроме того, имеется значительное число малонаселённых пунктов с числом жителей от двух до 50–100 человек, куда просто нецелесообразно вести линии электропередач, и именно там-то и должна применяться малая энергетика. Как правило, электроснабжение таких поселений осуществляется от дизель-генераторных установок малых мощностей (от 2–4 до 100 кВт). Довольно остро стоят вопросы завозки дизельного топлива и его экономии. Это характерно, например, для поселений Кольского полуострова, Якутии, Дальнего Востока, Камчатки, Чукотки и даже центральных регионов России. Аналогичная ситуация имеется и в Республике Казахстан.

При наличии ветров на этих территориях целесообразно применять ВЭУ малых мощностей, которые могут успешно работать вместе с солнечными батареями и для обеспечения значительного числа удалённых территорий, где нет централизованного электроснабжения.

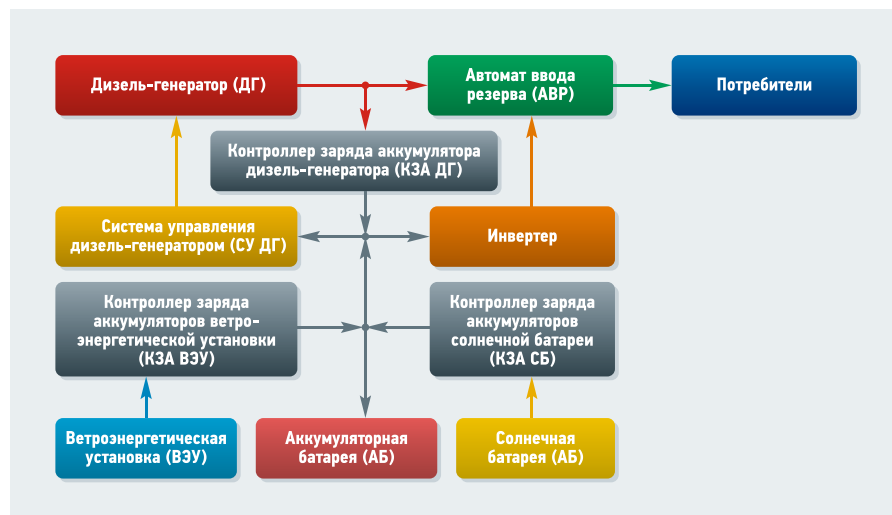


Рис. 1. Структурная схема ветро-солнечно-дизельного комплекса гарантированного электроснабжения потребителей

Таким образом, можно говорить о необходимости промышленного развития выпуска ветроустановок малой мощности. Проведённые исследования показали, что наиболее востребованы могут быть ветроустановки мощностью от 200 Вт до 5–15 кВт, которые могут применяться как для обеспечения электроснабжения частных хозяйств, малых производств, сельскохозяйственных ферм, систем связи, систем технического контроля и наблюдения, охранных и осветительных системах и т.д.

Для обеспечения бесперебойности электроснабжения в качестве дополнительного первичного источника электроснабжения необходимо применять дизельные генераторы, которые обеспечивают электроснабжение потребителей в случае отсутствия ветра и солнца или когда будут разряжены аккумуляторные батареи. При включении данного дизель-генератора будут заряжаться аккумуляторные батареи и обеспечиваться питание потребителей электрической энергии. По завершению заряда аккумуляторов дизель-генератор отключается. Заряд аккумуляторов может происходить как при одновременной работе всех трёх первичных источников, так и от одного из них. Приоритетными первичными источниками являются ветроэнергетические установки и солнечные батареи.

Обобщённая структурная схема комплекса гарантированного электроснабжения с применением в качестве первичных источников ВЭУ, солнечных батарей и резервного дизель-генератора, представлена на рис. 1.

Комплектация комплексов электроснабжения определяется как конкретными климатическими условиями, так и финансовыми возможностями потребителей. Предполагаем, что основным источником энергии в таких комплексах является ВЭУ.

Одним из динамически развивающихся предприятий, занимающимся проблемами создания и производства ветроустановок малой мощности является московское предприятие НИЦ «Виндэк», которое было создано в 1992 году, и оно ставило перед собой задачу создание отрасли по производству автономных ВЭУ малых мощностей.

Основными компонентами ветроэнергетической установки являются генератор и ветродвигатель. Энергия, получаемая от такой установки, через контроллер обеспечивает заряд аккумулятора и через инвертор, преобразующий постоянное напряжение в переменное, питает нагрузку переменного тока.

### Вентильные генераторы серии «Виндэк»

Для организации выпуска ВЭУ в первую очередь необходимо было спроектировать и организовать производство как генераторов, так и ветродвигателей, согласованных между собой по частоте вращения и мощности. Для снижения себестоимости ВЭУ целесообразно применение прямого привода передачи вращения от ветродвигателя к генератору.

Проведённые расчёты и анализ характеристик ВЭУ показали, что частоты вращения ветроколёс, а, соответственно, и генераторов в зависимости от их мощности лежат в диапазоне от 1000 до 1500 мин<sup>-1</sup> для ВЭУ мощностью 100–200 Вт, а также 650 мин<sup>-1</sup> — для ВЭУ мощностью от 0,5 до

1,0 кВт, 350–450 мин<sup>-1</sup> для ВЭУ мощностью 1,0 кВт, 150–300 мин<sup>-1</sup> для ВЭУ мощностью от 2 до 10 кВт. Исходя из этого, были разработаны и организован промышленный выпуск генераторов серии «Виндэк» обращённой конструкции ВГ-02(14)/1400-17-0206; ВГ-05(12)/650-28-0406; ВГ-1(12)/450-56-0206 и генераторов необращённой конструкции для горизонтально-осевых и вертикально-осевых ветроустановок ВГ-2(24)/150-56-02Г и 02В; ВГ-3(28)/200-96-02Г и 02В; ВГ-5(28)/300-112-02Г и 02В; ВГ-8(28)/200-112-02Г и 02В; ВГ-10(28)/200-220-02Г и 02В.

Структура обозначения генераторов серии «Виндэк» представлена на рис. 2. Характеристики генераторов представлены в табл. 1 и 2 [4].



Рис. 2. Структура обозначения генераторов серии «Виндэк»

### Характеристики вентильных генераторов серии «Виндэк»

табл. 1

Параметр	Наименование генератора		
	ВГ-02(12)/1500-14,5-0206-Г (ВГ-02(12)/750-14,5-0206-Г)	ВГ-05(12)/650-28-0306-Г; ВГ-05(12)/650-28-0406-Г	ВГ-1(12)/450-57-0406; ВГ-1(12)/650-56-0406
Мощность, Вт	200	500	1000 (500)/1000
Напряжение, В	14/28,5	28,5	57/114/57
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1500 (750)	650	450 (300)/650
Момент старгивания, Н·м	0,1 (0,2)	0,25–0,5	0,5–0,9/0,3
КПД	0,72 (0,7)	0,7	0,75/0,8
Масса, кг	4,5 (6)	9,6/11	19/11
Габаритные размеры (длина корпуса / диаметр корпуса / диаметр вала / длина вала), мм	120(140)/90/20/60	160(180)/155/25/29/90	250(180)/155/29/90

### Характеристики генераторов серии «Виндэк» мощностью от 3 до 10 кВт

табл. 2

Параметр	ВГ-3(28)/200-114-02ВиГ; ВГ-5(28)/300-114-02ВиВ	ВГ-10(28)/300-200-02Г
Номинальная мощность, кВт	3,0 [5,0]	10,0
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	200 [300]	300
Номинальное выходное напряжение выпрям., В	114	200
Выходной ток выпрямленный, А	31,2 [50]	50
Число фаз, шт.	3	3
Диаметр, мм	360	360
Длина корпуса, мм	278	338
Момент старгивания, Н·м	≤ 5	≤ 10
КПД	0,85	0,85
Масса, кг	95	150



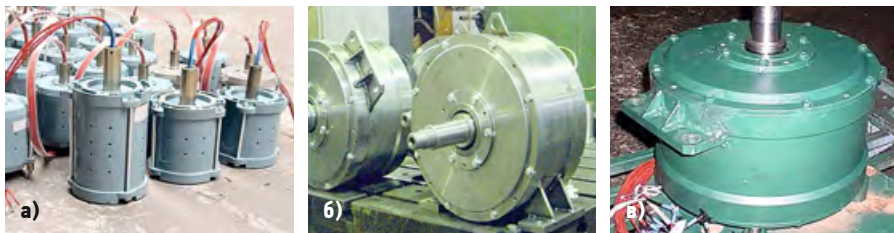


Рис. 3. Генераторы (а — ВГ-05(12)/650-56-0306, ВГ-05(12)/650-56-0406, ВГ-1(12)/450-57-0206, ВГ-1(12)/650-57-0206; б — ВГ-5(28)/300-114-02В; в — ВГ-5(28)/300-114-02Г)

### Ветроустановки «Виндэк» мощностью от 200 Вт до 5 кВт

В настоящее время широкое применение находят горизонтально-осевые ВЭУ с числом лопастей от одной до трёх и более лопастей.

Как известно, мощность горизонтально-осевых ВЭУ с прямым приводом «ветроколесо-генератор» определяется следующим выражением:

$$N = C_p \rho \eta \frac{S_{\text{ВК}} V^3}{2}, \quad (1)$$

где  $N$  — мощность ВЭУ;  $V$  — скорость воздушного потока, м/с;  $\eta$  — КПД генератора;  $\rho = 1,225 \text{ кг/м}^3$  — удельная плотность воздуха при  $t = 18^\circ\text{C}$ ;  $C_p$  — коэффициент использования энергии ветра;  $S_{\text{ВК}}$  — площадь, ометаемая ветроколесом,  $\text{м}^2$ .

Между коэффициентом использования энергии ветра  $C_p$ , быстроходностью  $Z$  и относительным моментом  $M'$  существует соотношение:

$$C_p = M'Z, \quad (2)$$

Момент, развиваемый ветроколесом, определяется выражением

$$M = \frac{N}{\omega} = \frac{30N}{\pi n} = \frac{30C_p \rho \eta R H V^3}{\pi n}, \quad (3)$$

где  $\omega = \pi n/30$  — угловая скорость вращения ветроколеса, рад/с;  $n$  — частота вращения ВК,  $\text{мин}^{-1}$ .

С другой стороны, момент, развиваемый ветроколесом, определяется как:

$$M = P/\omega. \quad (4)$$

Быстроходность ВОВЭУ ТТ —  $Z$  — определяется выражением:

$$Z = \omega R/V, \quad (5)$$

$$n = 30RZ/pV. \quad (6)$$

Анализируя (3) и (4) можно сделать вывод о том, что мощность развиваемая ВЭУ, практически, не зависит от числа лопастей ВЭУ [5]. Быстроходность же ВЭУ, зависит от коэффициента заполнения лопастями площади ометаемой ветроколесом. С увеличением быстроходности ВЭУ, то есть частоты вращения ветроколеса, уменьшается вес генератора, но лопасти при большом их числе получают узкими и их прочность мала. При эксплуатации подобных ВЭУ возможна их деформация, что неоднократно наблюдалось при разработке двух- и трёхлопастных ВЭУ повышенной быстроходности, достигавших значений  $Z = 10-15$ . В связи с полученным выводом о незначительном влиянии числа лопастей на мощность, вырабатываемую ВЭУ, возможна разработка однолопастных ВЭУ с быстроходностью  $Z = 10-15$ .

На основе разработанных генераторов НИЦ «Виндэк» разработал и организовал выпуск горизонтально-осевых однолопастных ВЭУ мощностью 0,2; 0,5 и 1,0 кВт.

Установки имеют двухступенчатый центробежный регулятор частоты вращения. Надёжность пуска обеспечивается увеличением угла установки лопасти до  $15^\circ$ . Рабочие углы установки лопасти находятся в диапазоне от  $2^\circ$  до  $5^\circ$ . Применяется антифлюгерное регулирование лопасти, которое позволяет сузить диапазон регулирования углов установки лопасти от  $+2^\circ$  до  $-10^\circ$  и обеспечить стабильную частоту вращения ветроколеса в режимах от холостого хода до номинальной нагрузки, что существенно упрощает схему управления и исключает необходимость применения балластного сопротивления, применяемого для нерегулируемых ветроколёс. Применение центробежного регулятора позволяет существенно расширить диапазон рабочих ветров от 2,0–2,5 до 50–55 м/с. Разработанные ВЭУ, в зависимости от профиля применяемых лопастей, имеют коэффициент использования энергии ветра 0,4–0,5.



Рис. 4. ВЭУ-01 «Виндэк»

На рис. 4 приведена конструкция однолопастной ветроэнергетической установки мощностью 100 Вт с частотой вращения ветроколеса  $1800 \text{ мин}^{-1}$ . В качестве профиля алюминиевой лопасти был взят профиль Эсперо. Многолетние испытания установки, показали надёжность её пуска при скорости ветра  $V = 1,8 \text{ м/с}$  и возможность работы ветроэнергетической установки в широком диапазоне ветров. Масса такой ВЭУ без учёта мачты составляет 3,0 кг, что предполагает её применение для туристов и путешественников.

Оценивая её шумовые характеристики, можно отметить, что до момента начала регулирования частоты вращения ветроколеса уровень шума не превышает 35 дБ(А), при регулировании частоты вращения, то есть при больших скоростях ветра ( $V \geq 12 \text{ м/с}$ ) уровень шума существенно возрастает за счёт срыва воздушного потока, так как применено антифлюгерное регулирование частоты вращения лопасти ветроколеса.





В последние годы всё бóльший интерес проявляется к вертикально-осевым ветроэнергетическим установкам, что объясняется такими преимуществами их перед горизонтально-осевыми как:

- возможность работы при любых направлениях ветра и, следовательно, отсутствие необходимости иметь устройство ориентации на ветер;
- отсутствие токосъёмных устройств, что значительно повышает надёжность работы цепей электроснабжения;
- пониженный уровень шума — менее 45 дБ(А) — за счёт малой быстроходности ветроколёс.

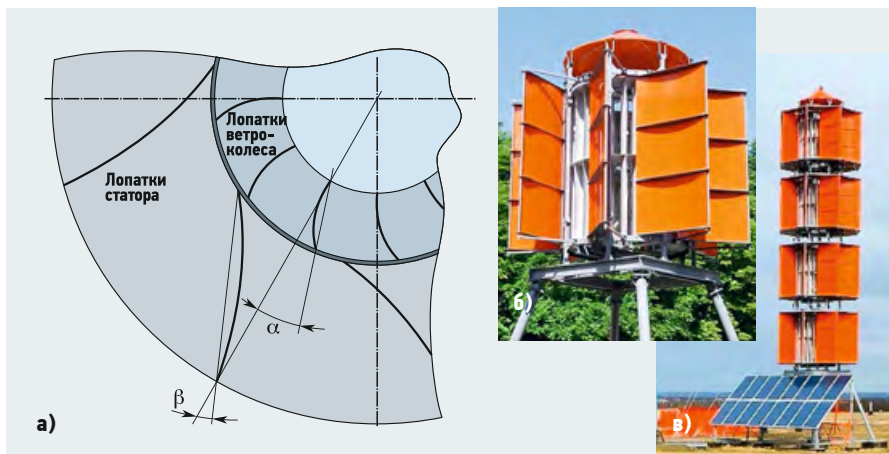
Вместе с тем им присущи и недостатки, которые зачастую сдерживают их применение, такие как:

- неравномерность вращения ветроколеса;
- плохие пусковые свойства;
- изгибающаяся деформация лопастей и возникающие механические напряжения в местах крепления лопастей;
- более низкий коэффициент использования энергии ветра, чем у горизонтально-осевых ВЭУ.

По результатам испытаний в аэродинамической трубе коэффициент преобразования энергии ветра находится в диапазоне  $C_p = 0,12-0,40$ .

Для устранения этих недостатков вертикально-осевых ВЭУ НИЦ «Виндэк» были проведены научно-исследовательские работы и аэродинамические испытания различных конструкций ВЭУ. В качестве основной была выбрана вертикально-осевая ВЭУ турбинного типа с направляющим аппаратом. Для упрощения конструкции выбраны лопатки с профилем «дужка». Аэродинамическая схема ВЭУ приведена на рис. 5.

**На основе проведённых исследований моделей ВЭУ в аэродинамической трубе были оптимизированы геометрические параметры лопаток рабочей турбины и направляющего аппарата, что позволило для рассматриваемой конфигурации получить коэффициент преобразования энергии ветра 0,3**



❖ **Рис. 5.** Аэродинамическая схема вертикально-осевой ВЭУ турбинного типа с направляющим аппаратом (а), модульная вертикально-осевая ВЭУ с направляющим аппаратом (б), ветро-солнечно-дизельный комплекс гарантированного электроснабжения мощностью 16 кВт (в)

На основе проведённых аналитических и экспериментальных исследований моделей ВЭУ в аэродинамической трубе были оптимизированы геометрические параметры лопаток рабочей турбины и направляющего аппарата, что позволило для рассматриваемой конфигурации получить коэффициент преобразования энергии ветра 0,3 [5]. По разработанной методике проектирования была изготовлена опытная ветро-солнечно-дизельная станция, которая показала высокую эффективность разработанной ВЭУ.

При установке одного модуля с собственным генератором на другой модуль возможно наращивание установленной мощности ВЭУ. При этом работа нижнего ветромодуля и его генератора не зависит от работы вышерасположенного ветромодуля и его генератора.

Применение отдельных контроллеров заряда аккумуляторов позволяет обеспечить их параллельную работу по постоянному току на заряд единой аккумуляторной батареи. Питание нагрузки переменного тока осуществляется через единый инвертор.

## Выводы

В соответствии с выбранной стратегией развития предприятия организовано:

1. Разработка и мелкосерийное производство вентильных многополюсных генераторов для ВЭУ мощностью от 200 Вт до 10 кВт.
2. Получен вывод о независимости мощности ВЭУ от числа лопастей.
3. Разработан двухступенчатый регулятор частоты вращения ветроколеса ВЭУ.
4. Разработаны горизонтально-осевые однолопастные ветроустановки мощностью от 200 Вт до 1,0 кВт.
5. Разработаны вертикально-осевые модульные ВЭУ турбинного типа с направляющим аппаратом мощностью от 1,0 до 5,0 кВт. ●

1. Summary Small Wind World Report 2015 [Элект. ресурс]. WWEA. Режим доступа: small-wind.org. Дата общ. 30.08.2017.
2. Summary Small Wind World Report 2017 [Элект. ресурс]. WWEA. Режим доступа: small-wind.org. Дата общ. 30.08.2017.
3. Сабинин Г.Х. Теория идеального ветряка. — М.: Труды ЦАГИ. Вып. 104, 1931.
4. Грибков С.В. Электрические генераторы ветроустановок //Малая энергетика, 2014. №1–2. С. 102–107.
5. Грибков С.В., Бабинцев И.А., Пустовойченко О.Н. Энергетические установки малой мощности на базе ветроустановок серии «Виндэк»: Тезисы докл. Межд. науч.-практ. конф. «Малая энергетика 2002» (19–20 ноября 2002 года). — М., 2002.
6. Грибков С.В., Павлихин Д.С. Оптимизация вертикально-осевых ветротурбинных установок модульного типа // Техника и оборудование для села, 2014. №10. С. 40–45.
7. Грибков С.В. Современное состояние малой ветроэнергетики // Новое в российской электроэнергетике, 2017. №7. С. 58–74.



## Разработка и внедрение технологий использования низкопотенциального тепла

Проблема охраны окружающей среды от негативного воздействия промышленности приобретает всё большее значение. Сохраняя традиционные методы получения энергии с помощью углеводородного топлива, человечество движется к энергетическому кризису в сочетании с экологической катастрофой. Сегодня в России имеется огромный неиспользованный потенциал низкопотенциальных тепловых ресурсов, которые необходимо задействовать в целях повышения эффективности теплоснабжения.

К источникам низкопотенциальной энергии относятся естественные источники низкопотенциального тепла: земля, вода и воздух, искусственные источники, то есть вторичные энергетические ресурсы — тепловые отходы. Технический потенциал определённых ресурсов нетрадиционных возобновляемых источников энергии составляет порядка 105 млн тонн условного топлива (т.у.т.) в год, значительную часть которых составляют вторичные энергетические ресурсы.

Большой потенциал использования имеют источники низкопотенциального тепла в горнорудной, угольной и нефтегазовой промышленности и в жилищно-коммунальном хозяйстве: тепло шахтных вод, вентиляционных выбросов, загрязнённые хозяйственно-бытовые стоки, которые сегодня не используются.

Наряду с низкопотенциальным теплом горных пород и вентиляционного воздуха, значительным тепловым потенциалом располагают шахтные воды, тем-

**К источникам низкопотенциальной энергии относятся естественные источники низкопотенциального тепла: земля, вода и воздух, искусственные источники, то есть вторичные энергетические ресурсы — тепловые отходы**

пература которых по различным шахтам составляет от 8 до 30 °С.

Состав шахтных вод формируется под влиянием разнообразных процессов, происходящих в самих подземных выработках, а также под влиянием ряда естественных и искусственных факторов, влияющих на состав этих вод. Они загрязнены механическими примесями, нефтепродуктами, другими специфическими загрязнителями, что затрудняет утилизацию низкопотенциального тепла существующими способами, которая сулит большую экономическую выгоду.

Одно из наиболее эффективных современных направлений использования низкопотенциального тепла в системах теплоснабжения — применение теплонасосных технологий, позволяющих трансформировать низкотемпературную возобновляемую природную энергию и вторичную низкопотенциальную теплоту до более высоких температур, пригодных для теплоснабжения. Метод является экологически безопасным, так как нет сгорания топлива, выбросов в атмосферу, не расходуются невозполнимые энергоресурсы.

УДК 621.577.4

### Разработка и внедрение технологий использования низкопотенциального тепла

**Д. Г. Закиров**, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник ГИ УрО РАН, генеральный директор Ассоциации энергетиков Западного Урала; **Р. А. Файзрахманов**, д.э.н., профессор, заведующий кафедрой информационных технологий и автоматизированных систем Пермского национального исследовательского политехнического университета; **М. А. Мухамедшин**, генеральный директор ООО «Пермский краевой центр энергоэффективности, энергосбережения и экологии»

*Проблема охраны окружающей среды от негативного воздействия и промышленности приобретает все большее значение. Сохраняя традиционные методы получения энергии с помощью углеводородного топлива, человечество движется к энергетическому кризису в сочетании с экологической катастрофой. В статье приводится многолетний опыт разработки и внедрения теплонасосных технологий по использованию низкопотенциального тепла вторичных энергетических ресурсов в различных отраслях промышленности, ЖКХ и перспективы использования низкопотенциального тепла и перспективы использования низкопотенциального тепла в горнорудной и угольной промышленности. В связи с последними достижениями науки в области использования возобновляемых источников энергии, ростом экономической эффективности их использования, необходимым становится создание комплексной технологии получения экологически безопасной тепловой энергии от источников низкопотенциального тепла геотермальных, гидротермальных, аэротермальных и вторичных источников энергии.*

**Ключевые слова:** использование низкопотенциального тепла; горнорудная, угольная промышленность; нефтяные шахты; разработки и технологии, опыт использования.

UDC 621.577.4

### Development and implementation of technologies for the use of low-grade heat

**D. G. Zakirov**, PhD, Professor, Chief Research Officer, Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Director General, Association of power engineers of Western Ural; **R. A. Faizrahmanov**, Doctor of Economics, Professor, Head of Department of information technology and automated systems, National research Perm Polytechnic University; **M. A. Mukhametshin**, General Director of "Perm regional center of energy saving and ecology" (Perm city)

*Problems of environment protection from negative impact of the industry is becoming increasingly important. Keeping traditional methods of producing energy using fossil fuels, humanity is moving towards an energy crisis combined with an environmental disaster. The article presents long-term experience in the development and implementation of heat pump technology to use low-potential heat of secondary energy resources in various industries, housing and prospects for the use of low-grade heat and the prospects for the use low-potential heat in the mining and coal industry. In connection with the latest scientific achievements in the field of renewable energy, increasing economic efficiency, required is the creation of a comprehensive technology for producing environmentally friendly thermal energy from heat sources of low-grade geothermal, hydrothermal, aerothermal and secondary energy sources.*

**Keywords:** the use of low-grade heat; mining, coal industry; oil mine; development and technology experience.



Преимущества применения тепловых насосов заключается в получении 3–7 кВт экологически безопасной тепловой энергии на 1 кВт затраченной электрической энергии за счёт использования низкопотенциального источника, снижении издержек на выработку тепла, увеличении надёжности теплоснабжения за счёт сокращения тепловых сетей.

Авторский научный коллектив проблемой использования низкопотенциального тепла занимается с 1990-х годов. В данном направлении достигнуты значительные теоретические и практические результаты. Разработаны методические основы и алгоритмы эколого-энергетических параметров теплоснабжения и ряд технологий и рекомендаций.

В практическом плане ещё в СССР была разработана и внедрена технология утилизации тепла оборотной воды компрессоров на шахте «Ключевская» производственного объединения «Кизелуголь» (Пермская область) с применением тепловых насосов для улучшения охлаждения процесса сжигания воздуха и отопления промышленной площадки шахты. В результате внедрения значительно улучшились условия охлаждения компрессоров и температурные режимы их эксплуатации, полностью была исключена из работы градирня.

Затрачивая 1 кВт·ч электроэнергии, было получено 3,5 кВт·ч эквивалентной тепловой энергии.

Затем был выполнен рабочий проект технологического комплекса утилизации низкопотенциального тепла шахтной воды для шахты «Зенковская» АО «Проктопьевскуголь» теплонасосной установкой мощностью 2,4 МВт и рабочий проект, предусматривавший применение тепло-

вых насосов для шахты «Степановская» АО «Ростовуголь» по утилизации низкопотенциальной теплоты хозяйственно-бытовых стоков с целью улучшения температурного режима их очистки.

В начале XXI века на шахте «Осинниковская» ОАО «Кузнецкуголь» в Кемеровской области впервые в России была испытана опытно-промышленная установка по утилизации низкопотенциального тепла шахтных вод, которая полностью удовлетворяет потребности горячего водоснабжения шахты и решает проблему экологии района — позволяет отключить шахтную котельную в летнее и осенне-весеннее время года, значительно снизив выбросы вредных веществ в атмосферу.

Одновременно авторами была проведена технико-экономическая оценка утилизации низкопотенциального тепла

при откачке воды из шахты «Глубокая» ОАО «Ростовуголь» — получаемое тепло (15 МВт) рекомендовано для отопления жилого фонда посёлка шахты для исключения из работы угольной котельной, с целью значительного снижения вредных выбросов в атмосферу, которая сегодня внедрена в производство.

Сегодня авторы занимаются проблемой утилизации низкопотенциального тепла нефтяных шахт, загрязнённых хозяйственно-бытовых стоков, которая сулит большую выгоду.

В 2000 году впервые в России разработана и внедрена технология утилизации низкопотенциального тепла загрязнённых хозяйственно-бытовых стоков с применением теплового насоса, совместно с ЗАО «Энергия», для отопления и горячего водоснабжения на МП «Пермводоканал» на РНС-3 «Гайва». Затраты на теплоснабжение станции сократились в 4,6 раза, срок окупаемости проекта составил два года.

В 2001 году на шахте «Осинниковская» ЗАО «УК «Южкузбассуголь» в Кемеровской области, впервые в России, внедрена опытно-промышленная технология утилизации низкопотенциального тепла шахтных вод для горячего водоснабжения шахты. В технологическую схему включён тепловой насос производства ЗАО «Энергия», теплопроизводительность которого составляет 130 кВт. Затраты на теплоснабжение шахты сократились в 2,1 раза, годовой экономический эффект составил 1986 тыс. руб., срок окупаемости проекта — всего один год. Затрачивая 1 кВт·ч электроэнергии, технологическая схема позволяет получать около 4 кВт·ч эквивалентной тепловой энергии.







Установка даёт 100 м<sup>3</sup> в сутки горячей воды экологически безопасным способом, решает проблему горячего водоснабжения шахты и позволяет исключить из работы шахтную котельную в летнее и осенне-весеннее время года [1].

В 2006 году за счёт внедрения технологии утилизации низкопотенциального тепла загрязнённых хозяйственно-бытовых стоков была исключена из технологического процесса угольная котельная №35 ПГЭС «Теплоэнерго» (город Кунгур) для отопления зданий станции.

Себестоимость вырабатываемой экологически безопасной тепловой энергии стала в девять раз ниже прежней. Срок окупаемости проекта составил 1,2 года.

В 2007 году разработан рабочий проект существующей системы теплоснабжения, подразумевающий замену действующего источника теплоснабжения зданий очист-

ных сооружений МУП «Кудымкарский водоканал» — котельной, оборудованной четырьмя котлами типа «Универсал-6», работающими на угле, — на автономную систему теплоснабжения с использованием теплонасосной установки (ТНУ).

Стоимость 1 Гкал тепловой энергии, вырабатываемой ТНУ, — 843 руб/Гкал, годовой экономический эффект — 1 592 220 руб., срок окупаемости проекта — 2,1 года [2].

На основании выполненных теоретических и экспериментальных исследований и опытно-конструкторских работ решена крупная актуальная научно-техническая проблема, заключающаяся в утилизации теплоты низкопотенциальных источников в промышленности и жилищно-коммунальной сфере.

По результатам долговременных выполненных исследований были написаны

и изданы книги «Тепловые насосы — теплотрансформаторы на службе экологии и энергоэффективности» [1] и «Использование низкопотенциальной теплоты» [2], в которых рассмотрены экологические и энергетические проблемы, представлена экологическая, энергетическая и экономическая эффективность и актуальность использования тепловых насосов.

### Выводы

В перспективе, в связи с ростом цен на энергоресурсы и экологических требований, ожидается значительное увеличение использования низкопотенциального тепла, вторичных энергетических ресурсов, тепла промышленных стоков и оборотной воды технологических процессов с применением теплонасосных технологий, которые позволят решить экологические и энергетические проблемы в горнорудной, угольной и нефтегазовой промышленности [3–14]. ●

1. Закиров Д.Г. Тепловые насосы — теплотрансформаторы на службе экологии и энергоэффективности. — Пермь: ООО «Печатный салон «Гармония», 2014. 424 с.
2. Закиров Д.Г., Рыбин А.А. Использование низкопотенциальной теплоты. — М.: Изд-во «Русайнс», 2015. Кн. 1. 158 с., Кн. 2. 154 с.
3. Безруких П.П. Зачем России возобновляемые источники энергии? // Энергия. Экономика. Техника. Экология, 2002. №10. С. 2–8.
4. Закиров Д.Г., Рыбин А.И. Применение тепловых насосов в целях утилизации теплоты оборотной воды и охраны окружающей среды. — М.: Уголь, 1988. №3.
5. Закиров Д.Г., Рыбин А.И., Морозов Б.З. Природоохранная ресурсосберегающая технология с применением тепловых насосов. — М.: Уголь, 1991. №12.
6. Закиров Д.Г., Рыбин А.А. Энергосберегающая технология с утилизацией низкопотенциальной теплоты // Промышленная энергетика, 1994. №6.
7. Закиров Д.Г., Нехороший И.Х., Малахов А.Н., Дружинин Л.Ф. Утилизация низкопотенциального тепла шахтных вод — перспективное направление энергосбережения угольной отрасли. — М.: Уголь, 2000. №11.
8. Закиров Д.Г., Нехороший И.Х., Янцен А.П., Гринников Ю.А., Петин Ю.М., Васильев Ю.В. Внедрение опытной технологии утилизации низкопотенциального тепла шахтных вод. — М.: Уголь, 2001. №9.
9. Закиров Д.Г. Утилизация вторичных энергетических ресурсов и использование возобновляемых источников с применением тепловых насосов — основной путь снижения энергоёмкости производства // Промышленная энергетика, 2002. №5. С. 15–19.
10. Закиров Д.Г., Петин Ю.М. Теплонасосные технологии в России // Энергия и менеджмент (РБ), 2004. №4. С. 56–62.
11. Файзрахманов Р.А., Рубцов Ю.Ф. Методологические особенности автоматизированного управления энергоресурсосбережением // Автоматизация: Современное оборудование, 2011. №2. С. 36–40.
12. Файзрахманов Р.А., Долгова Е.В., Рахманов А.А. Задача адаптивного управления насосным оборудованием на основе интеллектуальных технологий // Электротехника, 2013. №11. С. 17–19.
13. Закиров Д.Г., Файзрахманов Р.А., Николаев А.В., Шаякбаров Н.Ф. Повышение эффективности подземной добычи нефти термощахтным способом // Нефтяное хозяйство, 2014. №6. С. 58–60.
14. Закиров Д.Г. Энергосбережение и экологическая безопасность объектов малой энергетики. — М.: Недра, 1995. 211 с.

References — see p. 96.





## Проблемы кадрового обеспечения развития «зелёной» энергетики в Казахстане

В рейтинге Всемирного банка (World Bank Group) Doing Business 2017 Казахстан занял 35-е место среди 190 стран мира, войдя в число государств, осуществивших наибольшее количество реформ. По индикатору «Подключение к системе электроснабжения» Казахстан сделал скачок со 102-го места в прошлом рейтинге на 75-е и обогнал Азербайджан (105-е место), Кыргызстан (163-е) и Украину (130-е). Россия и Беларусь в данном рейтинге заняли 30-е и 24-е места, соответственно.

При формировании рейтинга, упомянутого во вступлении к данной статье, учитывались реформы со 2 июня 2015 года по 1 июня 2016 года. В этот период вступили в силу ряд изменений и дополнений в законы Казахстана. Например, были сокращены сроки выдачи технических условий на подключение к сетям электроснабжения, ускорено согласование проектных решений потребителей с энергопередающими организациями, упразднены разрешения на строительные-монтажные работы, исключена необходимость получения разрешения на подключение к электросетям от органа по госэнергонадзору и контролю. Недельный срок заключения договора на электроснабжение с энергопоставляющей организацией сокращён до трёх дней. Ещё одним новшеством стало введение административного штрафа на руководителей энергопередающих организаций за несоблюдение утверждённых значений показателей надёжности электроснабжения [1].

В последнее десятилетие в Казахстане принят большой комплекс нормативных документов по развитию «зелёной» энергетики: законы Республики Казахстан «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» и «О внесении изменений и дополнений в некото-

рые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам поддержки использования возобновляемых источников энергии», нормативно-правовые акты, необходимые для реализации данных законов, в которые на системной основе вносятся изменения и дополнения. Принят План мероприятий по развитию альтернативной и возобновляемой энергетики в Казахстане на 2013–2020 годы, в посланиях главы государства «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства» и «Нурлы жол» («Путь в будущее») определены чёткие ориентиры к переходу страны на «зелёный» путь развития и низкоуглеродную экономику.

**В период с 2 июня 2015 года по 1 июня 2016 года вступили в силу ряд изменений и дополнений в законы Казахстана. Например, были сокращены сроки выдачи технических условий на подключение к сетям электроснабжения, ускорено согласование проектных решений потребителей с энергопередающими организациями**



**Авторы:** Г.Б. НУРПЕИСОВА; Д.В. ПАНЮКОВА, Евразийский технологический университет (Республика Казахстан)





Успешность осуществления всех поставленных перед экономикой страны задач по развитию «зелёной» экономики необходимо обеспечить кадрами, профессиональная компетенция которых сделает их конкурентоспособными на мировом уровне. В настоящее время во всей мировой энергетике наблюдаются проблемы по обеспечению кадрами, что связано с изменением требований к компетентности сотрудников, которые должны быть не только узкопрофессиональными специалистами с глубокими техническими и специализированными знаниями, но иметь навыки работы в команде и управления проектами, устойчивое стремление к личностному развитию. При этом в традиционных сферах энергетики по прогнозам специалистов ожидается снижение числа сотрудников, в «зелёной» энергетике потребность в кадрах будет стабильно расти.



В Казахстане на государственном уровне оказывается поддержка развитию кадрового потенциала страны: в распределении государственных грантов на подготовку кадров львиная доля приходится на технические науки, в рамках программы «Болашак» («Будущее») ведётся обучение талантливой молодёжи в ведущих зарубежных вузах. Ассоциация организаций нефтегазового и энергетического комплекса KazEnergy в целях расширения кадрового резерва страны предоставляет перспективной молодёжи из профильных учебных заведений гранты и стипендии, а также гранты для преподавателей учреждений технического и профессионального образования [2].

В настоящее время в нефтегазовой отрасли очень велик процент привлечения

иностранцев специалистов, поэтому становится актуальным для решения вопросов занятости и конкурентоспособности местного населения создание эффективной системы обучения и содействия в трудоустройстве. Для достижения этой цели были приняты Национальные рамки квалификации, на основе которых разрабатываются отраслевые рамки, взят курс на расширение дуального обучения с сертификацией выпускников ассоциацией работодателей [3].

В Евразийском технологическом университете ведётся подготовка кадров по трёхуровневой европейской системе «бакалавр — магистр — кандидат технических наук (PhD)». Образовательные программы, реализуемые университетом, направлены на подготовку специалиста новой ориентации, поликультурного, коммуникативного, способного творче-

ски и профессионально решать на современном научно-практическом уровне социально значимые задачи.

Выпускники образовательных программ бакалавриата и магистратуры по специальности 071800 («Электроэнергетика») пользуются хорошим спросом на рынке труда, что обусловлено системной работой по совершенствованию данных образовательных программ и включением в учебный процесс новых дисциплин по энергоэффективности и использованию возобновляемых источников энергии. Один из важных факторов успешности образовательных программ — «студентоцентрированность» и включение дисциплин по личностному развитию обучающихся. Транспарентность цели и содержания образовательных программ

обеспечивается согласованием с работодателями региона, которые участвуют в определении перечня элективных дисциплин, предоставлении баз практик, итоговой оценке выпускников. Хорошим подспорьем в этом стало расширение автономии вузов и снятие многих ограничительных норм в образовательной сфере.

Обеспечению прозрачности в реализации образовательной программы способствует кредитная и дистанционная технологии, которые позволяют обучающимся выстраивать индивидуальную траекторию обучения; выбирать преподавателей; самостоятельно осваивать учебные курсы, используя учебно-методические комплексы дисциплин, ресурсы электронной библиотеки; получать консультации преподавателей, отслеживать свой академический рейтинг и др. О динамичности образовательных программ может свидетельствовать каталог элективных дисциплин, который регулярно пересматривается с учётом изменений внешней среды и требований рынка труда.

Для достижения целей образовательных программ в университете имеются необходимые ресурсы:

- высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав;
- лаборатории, компьютерные классы, читальные залы, а также аудитории и научные лаборатории, которые находятся в филиале кафедры на базе Казахского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (КазНИИМЭСХ);
- учебные программы академической мобильности;
- профессиональные базы практик по профилю подготовки в АО «Алатау Жарык Компаниясы (АЖК)», ТОО «Асар»,



АО «Талдыкорганская акционерная транспортно-электросетевая компания» (ТАТЭК) в городе Сары-озек, «Районные электрические сети» (РЭС): АО «ТАТЭК Сарканд РЭС», АО «АЖК», «РЭС-4» и др.

Широкое привлечение к реализации программы обучения преподавателей-практиков даёт возможность приобщить обучающихся к результатам актуальных НИР. Например, при изучении дисциплин модуля «Современные про-

**Университетом ведётся системная работа по расширению дуального обучения и сертификации выпускников работодателями. В настоящее время подписан договор с АО «Алатау Жарык Компаниясы» на предоставление полигона для обучения магистрантов и студентов университета с выдачей сертификата по узкой специализации**

блемы ветроэнергетики, энергообеспечения в сельском хозяйстве и надёжность в электроэнергетике» задействованы д.т.н. Е.С. Аманкулов, Р.А. Омаров, Г.Б. Нурпеисова. Результаты НИР, в которых они были непосредственными участниками, применяются в учебном процессе, научные подходы и методики из этих работ используются при выполнении дипломных и магистерских проектов и диссертаций. Для преподавания общих для всех специальностей дисциплин «Технология личностного развития», «Управление проектами», «Командообразование» и «Психология» привлекаются сертифицированные тренеры и ведущие специалисты.

Университетом ведётся системная работа по расширению дуального обучения и сертификации выпускников работодателями. В настоящее время подписан договор с АО «Алатау Жарык Компаниясы» на предоставление полигона для обучения магистрантов и студентов университета с выдачей сертификата по узкой специализации.

Несмотря на все усилия коллектива имеется ряд проблем, решение которых требует консолидации усилий всех заинтересованных сторон: заинтересованность работодателей в подготовке специалистов по «зелёной» энергетике; ограничение финансирования только проектами по коммерциализации и, как следствие, практическое отсутствие поисковых исследований по «зелёной» энергетике; отсутствие современной специализированной учебной лаборатории по зелёным технологиям. ●



1. Business Reforms in Kazakhstan [Элект. ресурс]. Режим доступа: [doingbusiness.org](http://doingbusiness.org). Дата обрац. 10.05.2017.
2. Образовательная программа: Стипендии и гранты [Элект. ресурс]. Режим доступа: [kazenergy.com](http://kazenergy.com). Дата обрац. 10.05.2017.
3. «Умные кадры» для мировой энергетики: где их взять и как подготовить? [Элект. ресурс] // Kazenergy, 2012. №2(52). Режим доступа: [kazenergy.com](http://kazenergy.com). Дата обрац. 10.05.2017.





## Высокоэффективная полиэнергетическая ветроустановка

Предлагаемая в данной статье ветроустановка типа iWET представляет одно из конструктивных решений «Ветроэнергетической технологии Бычкова» (ВЭТБ), которая относится к области «Высоких альтернативных полиэнергетических технологий» (High Alternative PolyEnergy Technologies, HAPET) и может быть использована для получения экологически безопасных и недорогих энергий: термической (тепло/холод), пневмогидравлической и электрической в различном соотношении со сверхединичными коэффициентами преобразования энергий.

В существующих моноэнергетических процессах получения и использования ветровой энергии ветроустановки, как правило, представляют взаимосвязанный комплекс технологического оборудования, включающий, с одной стороны, лопастную ветротурбину аэродинамического типа, воспринимающую кинетическую энергию ветрового потока, с другой стороны — многочисленные дополнительные устройства, преобразующие ветровую энергию преимущественно в электрическую, что создаёт целый ряд известных серьёзных недостатков и ограничений в эксплуатации и не отвечает

возрастающим темпам научно-технического прогресса в энергетике.

Научно-теоретический фундамент ВЭТБ основан на открытии ранее неизвестного явления, согласно которому в циклических системах открытого типа при необратимых процессах может происходить образование и накопление сверхединичных энергий в результате их некомпенсированных превращений при непрерывном увеличении температуры и давления в ускоренных до сверхзвуковых скоростей течениях многофазных газожидкостных потоков.

Технический результат достигается благодаря тому, что при полном отказе от лопастной ветротурбины, воздушный поток ветра в воздушном канале — ветроускорителе — в широком диапазоне от аномально малых, близких к нулю, до предельно высоких скоростей ветра ускоряют и смешивают с напорным водным потоком для образования двухфазного сверхзвукового водовоздушного потока, в котором в результате фазных превращений скачкообразно увеличивается давление и температура и образуются избыточные энергии напорного потока воды и сжатого воздуха, необходимые

УДК 621.311.24

### Высокоэффективная полиэнергетическая ветроустановка

**Ю. М. Бычков**, профессор, д.т.н.; **К. С. Горчаков**, инженер, научно-производственная фирма «Энергоэффективные технологии»

*В статье на примере полиэнергетической ветроустановки типа iWET убедительно показана высокая эффективность «Ветроэнергетической технологии Бычкова» (ВЭТБ), относящейся к области «высоких альтернативных полиэнергетических технологий» (High Alternative PolyEnergy Technologies, HAPET). Детально описан принцип действия и устройство ветроустановки с системами генерации и потребления тепловой нагрузки, включая схему ветроустановки и фотографию общего вида. Приведён подробный анализ результатов измерений электромеханических и тепловых характеристик ветроустановки с установленной мощностью электродвигателя 7,5 кВт. Вычислены коэффициенты преобразования электрической и механической энергий в тепловую энергию, которые находятся в сверхединичном диапазоне и равны соответственно 4,8 и 7,1. Показаны неоспоримые преимущества и современное состояние ВЭТБ. Сделан вывод о том, что по совокупности присущих преимуществ ВЭТБ представляет новое направление развития мировой высокоэффективной ветроэнергетики.*

**Ключевые слова:** ветроустановка, полиэнергетическая, ветроускоритель, сверхзвуковой, двухфазный, генерация.

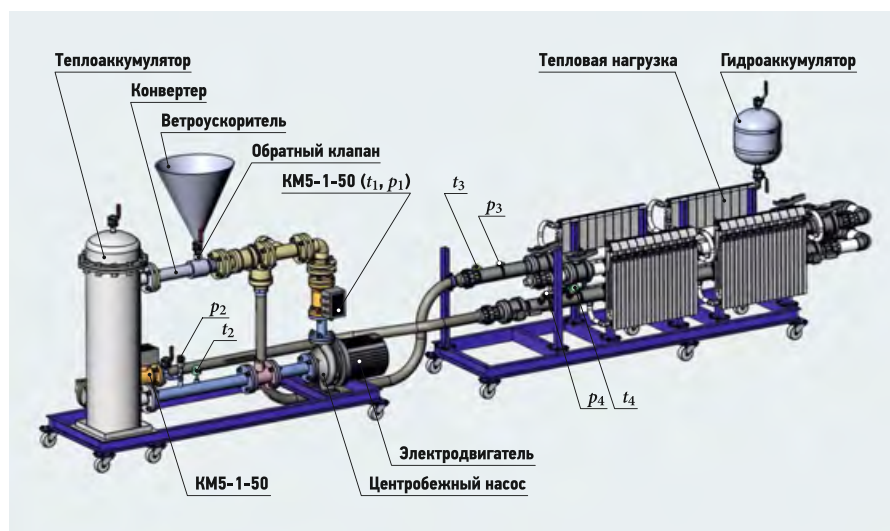
UDC 621.311.24

### High efficiency polyenergy wind power plant

**Yu. M. Bychkov**, Professor, Doctor of Engineering Sciences; **K. S. Gorchakov**, engineer, Research-and-production company "Energy-efficient technologies" (Moscow city)

*In the article by the example of a multi-energy wind power unit of iWET type, convincingly demonstrated the high efficiency Bychkov's Wind Energy Technology (WETB), related to the field of High Alternative PolyEnergy Technologies (HAPET). The principle of operation and arrangement of a wind unit with a system of heat generating and consuming load, including a wind farm layout and a general picture are described in details. It is given the detailed analysis of the measurement results of the electromechanical and thermal characteristics of the wind unit with the installed electric motor capacity of 7.5 kW. The conversion factors of electrical and mechanical energies into thermal energy are calculated, which are in the over-unit range and are 4.8 and 7.1 units, respectively. The undisputed advantages and the current state of WETB are shown. The conclusion is made that WETB represents a new direction for the development of the world high-efficiency wind energy in terms of its inherent advantages.*

**Keywords:** windmill, polyenergetic, wind-accelerator, supersonic, two-phase, generation.



❖ Рис. 1. Схема ветроустановки типа iWET с тепловой нагрузкой

для сверхединичных преобразований их в пневмогидравлическую, термическую (тепло/холод) и электрическую энергии в их различном сочетании и количественном соотношении.

Так, например, представленная схематически на рис. 1 и в общем виде на рис. 2, ветроустановка для получения преимущественно тепла обеспечивает нагрев воды и сжатого воздуха до  $80^{\circ}\text{C}$  и давление до 10 бар и состоит из двух систем: генерации и потребления энергии.

В системе генерации двухфазный теплоноситель образуется в водовоздушной системе, которая состоит из водяного и воздушного контуров. Водяной контур включает центробежный насос с электроприводом, потребляющим электроэнергию от внешнего источника питания, трубных элементов, запорно-регулирующей арматуры (шаровые краны и обратные клапаны), бака-теплоаккумулятора, оборудованного патрубками для подключения потребителей горячей воды и/или горячего сжатого воздуха, и конвертера с патрубком для присоединения воздушного канала-ветроускорителя, одного из основных элементов воздушного контура.

Центробежный насос под избыточным давлением подаёт напорный поток воды к гидроструйному насосу, встроенному в конвертер для эжекции воздуха с образованием двухфазного водовоздушного теплоносителя, который в баке-теплоаккумуляторе разделяется на однофазные водяной и воздушный теплоносители для отопления и горячего водоснабжения объектов различного назначения.

Образующийся при этом горячий сжатый воздух, кроме того, может быть использован по прямому назначению, как источник пневматической энергии, а также в различных системах кондициониро-



❖ Рис. 2. Общий вид ветроустановки iWET

вания. Избыточную гидромеханическую энергию целесообразно применять для рекуперации электрической энергии посредством дополнительно встроенной в установку гидротурбины с электрическим генератором.

**За семь часов работы ветроустановка потребила 35,92 кВт·ч электроэнергии и выработала в общей сложности 172,79 кВт·ч тепловой энергии, из которой для тепловой нагрузки было использовано всего лишь 44,42 кВт·ч, то есть примерно 25%. Из этого следует, что система генерации в данном случае обладает трёхкратным запасом тепловой энергии. Таким образом, коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую составил 4,8**

Система потребления энергии, в данном случае тепловой, включает в качестве нагрузки радиаторы водяного отопления, бак-гидроаккумулятор, трубные участки прямой и обратной подачи горячей воды, выполненные из гофрированных металлорукавов, и запорно-регулирующую арматуру.

Система генерации энергии оборудована измерительным узлом 1, включающим электромагнитный теплосчётчик KM-5-1 с диаметром условного прохода 50 мм, термопару  $t_1-t_2$  и баропару  $p_1-p_2$ . Аналогично система потребления тепла содержит измерительный узел 2, содержащий второй электромагнитный теплосчётчик KM-5-1 с диаметром условного прохода 40 мм, термопару  $t_3-t_4$  и баропару  $p_3-p_4$ . Точки отбора соответствую-

щих температур  $t_1-t_2-t_3-t_4$  и давления  $p_1-p_2-p_3-p_4$  показаны на рис. 1. Для учёта потребляемой электроэнергии используется счётчик электроэнергии многофункциональный ПСЧ-4ТМ.05МК.

Имеется подробный технико-экономический анализ результатов тестовых испытаний ветроустановки типа iWET с установленной мощностью электродвигателя 7,5 кВт. Так, например, за семь часов работы ветроустановка потребила 35,92 кВт·ч электроэнергии и выработала в общей сложности 172,79 кВт·ч тепловой энергии, из которой для тепловой нагрузки было использовано всего лишь 44,42 кВт·ч, то есть примерно 25%. Из этого следует, что система генерации в данном случае обладает трёхкратным запасом тепловой энергии.

Таким образом, коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую составил 4,8. Это при том, что коэффициент преобразования полезной



механической энергии, количество которой равнялось 25,79 кВт, был равен 6,7. Протокол результатов измерений электромеханических и тепловых характеристик ветроустановки имеется у автора.

Ветроэнергетическая технология Бычкова обладает следующими неоспоримыми преимуществами:

1. Мировая новизна, полезность и промышленная применимость, что в соответствии с международной системой патентования PCT, заявка PCT/DE 2012/00041, подтверждено следующими патентами: европейским патентом, валидированным в Австрии, Бельгии, Швейцарии, Германии, Дании, Англии, Италии, Швеции, Словении, Турции, а также национальным российским патентом RU 2551145, конвенционный приоритет патентов от 27 апреля 2011 года.

2. Сверхединичные показатели преобразования подведённой извне электрической и механической энергии в термическую (тепло/холод), электрическую и пневмогидравлическую энергию, каждую в отдельности или в различном их сочетании.

3. Доступность, малое потребление и неистощающее использование в замкнутых циклах возобновляемых энергоносителей (обычная вода и атмосферный воздух) без применения любых видов топлива.

4. Экологическая безопасность и полная безотходность производства энергии.

5. Безопасность и высокая надёжность оборудования из-за отсутствия лопастного ветроагрегата, гондолы, мачты, фундамента, а также сложной и дорогостоящей системы преобразования низкопотенциальной энергии ветра в электроэнергию и её передачи потребителю.

6. Возможность масштабирования установленной мощности как в киловаттном, так и в мегаваттном диапазонах.

7. Потребность в небольших площадях: порядка 0,2–0,3 м<sup>2</sup> на 1 кВт установленной мощности ветроустановок.

8. Малая стоимость изготовления, а также строительно-монтажных работ из-за низких весогабаритных характеристик оборудования.

9. Огромный потенциал энергосбережения за счёт оптимизации балансов генерации, потребления и накопления электрической и других видов энергий.

10. Введение в хозяйственный оборот удалённых и малодоступных энергодефицитных территорий.

11. Децентрализация систем энергоснабжения с минимальной протяжённостью или полным отсутствием линий передач энергий для индивидуальных или компактно расположенных потребителей.

12. Многовариантность использования теплоносителей, в системах как водяного, так и воздушного отопления, каждой в отдельности или в их совмещении, причём системы водяного отопления возможно существенно интенсифицировать за счёт уменьшения температурных потерь от 30 °С и более до 3 °С и менее.

13. Дешевизна производимых энергий и возможность широкого доступа потребителей к современным и недорогим энергетическим услугам.

14. 100%-й уровень локализации производства оборудования, гарантирующий полное импортозамещение.

15. Высокая конкурентоспособность на внутренних и международных товарных, товарно-сервисных, а также финансовых рынках.



16. Беспроблемное совмещение с существующими ветро- и солнечными системами генерации энергии с целью многократного увеличения их эффективности.

17. Короткий срок окупаемости — не более двух лет.

Современное состояние ВЭТБ характеризуется следующими основными показателями:

1. Создан надёжный экспериментально-теоретический фундамент ветроэнергетической технологии Бычкова.

2. Существует убедительная доказательная база реализации сверхединичных полиэнергетических процессов, когда на единицу количества подведённой извне механической энергии может быть получено много больше единицы термической (тепло/холод), электрической и пневмогидравлической энергии, каждой в отдельности или в их совокупности.

3. Разработана методика расчёта установок с возможностью масштабирования в диапазонах малой (до 100 кВт), средней (100–1000 кВт) и большой (более 1 МВт) мощности.

4. Выполнена конструкторская документация и изготовлены на заводах России и Германии опытно-демонстрационные и промышленные образцы различной установленной мощности и произведены их всесторонние испытания с положительными результатами.

5. Созданы высокоточные средства и методика измерений характеристик сверхединичных полиэнергетических процессов, а также разработана методика математической обработки опытных данных.

6. Обоснована концепция высокодоходной капитализации нематериальных активов на основе интеллектуальной собственности с перспективой многомиллиардной капитализации бизнеса.

7. Обеспечена полная готовность ВЭТБ к промышленному освоению, при этом

затраты на её промышленное освоение и использование будут в разы меньше, чем затраты на другие энергогенерирующие технологии, и тем более на термоядерную технологию.

8. Разработан правовой механизм промышленного освоения ВЭТБ не только в странах с патентной защитой технологии, но также в любых странах по процедурам трансфертабельности интеллектуальной собственности.

9. Показан огромный технико-экономический потенциал ВЭТБ, отвечающей самым высоким требованиям к устойчивому развитию мировой энергетики по Программе SEFA (Sustainable Energy for All), принятой ООН в 2011 году на период до 2030 года [1, 2]. ●

1. Бычков Ю.М. Устойчивая энергетика для всех — миф или реальность? // Энергетический вестник, 2014. №17. С. 44–50.

2. Бычков Ю.М. Новая парадигма развития мировой ветроэнергетики: Мат. II Межд. форума «Возобновляемая энергетика: пути повышения энергетической и экономической эффективности REENFOR-2014», 10–11.11.2014. — М.: ОИВТ РАН, 2014. С. 111–116.

References — see p. 96.

## HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

## The comparative analysis of methods of definition of heat power indicators of the operated buildings. Pp. 52–57.

L. N. Danilevsky, Doctor of Engineering Sciences, first Deputy Director; S. L. Danilevsky, Senior Research Officer, State-run Enterprise "Ataev Institute of accommodation" (Minsk city)

1. SNiP [Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia)] II-3–79. *Stroitel'naja teplotehnika* [Construction heating engineer]. Moscow. Goskomitet po delam stroitel'stva [State Committee on affairs of construction]. 1980. 20 p.
2. SNB [Building norms of the Republic of Belarus] 2.01.01–93. *Stroitel'naja teplotehnika* [Construction heating engineer]. Minsk. Mezghos. *Sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii: Belarus. Gos. in-t standartizacii i sertifikacii* [Interstate Council for standardization, metrology and certification. Belarusian State Institute of standardization and certifications]. 1994. 32 p.
3. TKP [Technical Code of Common Practice] 45-2.04-43–2006. *Stroitel'nye normy proektirovaniya* [Construction heating engineer: Construction norms of design]. Minsk. Mezghos. *Sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii: Belarus. Gos. in-t standartizacii i sertifikacii* [Interstate Council for standardization, metrology and certification. Belarusian State Institute of standardization and certifications]. 2006. 35 p.
4. TKP [Technical Code of Common Practice] 45-2.04-196–2010. *Teplovaja zashhita zdaniy. Teploenergeticheskie harakteristiki. Pravila opredeleniya* [Thermal protection of buildings. Heat power characteristics. Rules of definition]. Minsk. Mezghos. *Sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii: Belarus. Gos. in-t standartizacii i sertifikacii* [Interstate Council for standardization, metrology and certification. Belarusian State Institute of standardization and certifications]. 2010. 30 p.
5. *Energieeinsparverordnung* (EnEV). Bundesministerium für Verkehr. *Bau- und Wohnungswesen*. BRD vom 16. November. 2001.
6. SP [Set of Rules] 50.13330.2012. *Teplovaja zashhita zdaniy. Aktual. red. SNiP* [Thermal protection of buildings. An actualize release of Construction Norms and Regulations of the Russia] 23-02–2003.
7. EN 15603:2008. *Energy performance of buildings — overall use and definition of energy ratings*. CEN. *European Committee for Standardisation*. 2008.
8. Danilevsky L.N., Lived A.N., Moskalik B.F. *Fakticheskie jenergeticheskie harakteristiki zhilyh zdaniy* [Actual power characteristics of residential buildings]. Edited by L.N. Danilevsky, A.N. Zhilo, B.F. Moskalik. *Stroitel'naja nauka i tehnika* [Construction science and technology]. 2008. No. 5. Pp. 22–29.
9. Danilevsky L.N. *Jeksperimental'noe opredelenie sostavljajushih teplovogo balansa zhilyh zdaniy* [Experimental definition of the residential buildings: making thermal balance]. *Arhitektura i stroitel'stvo* [Architecture and construction]. 2008. No. 8. Pp. 90–95.
10. Theological V.N. *Aspekty sozdaniya zdaniya s jeffektivnym ispol'zovaniem jenerгии* [Aspects of creation of the building with effective use of energy]. Edited by V.N. Bogoslovsky. "AVOK" Magazine. 2000. No. 5. C. 34–39.
11. Danilevsky L.N. *Principy proektirovaniya i inzhenernoe oborudovanie jenergojeffektivnyh zhilyh zdaniy* [Principles of design and engineering equipment of energy efficient residential buildings]. OOO "Biznesofset" [Businessofset, Ltd.]. Minsk. 2011. 375 p.
12. Danilevsky L.N. *Sposob opredeleniya obshhego koeficienta teploperedache zdaniya* [The Way of determination of the general coefficient to a heat transfer of building]. *Patent on vynakhodstvo* [Invention patent] No. 18898 RB. According to the application of 20.12.2010. No. a20101504 MPK (2009) G 01 N 25/00.
13. Danilevsky L.N. *Metodika opredeleniya teploenergeticheskikh harakteristik jekspluatiruemykh zdaniy* [Methods of definition of heat power characteristics of the operated buildings]. *Stroitel'naja nauka i tehnika* [Construction science and technology]. 2010. No. 6. Pp. 31–35.
14. STB [State Standards of the Republic of Belarus] 2409–2015. *Metod opredeleniya udel'nogo rashoda teplovoj jenerгии na otoplenie i ventiljaciju jekspluatiruemykh zhilyh zdaniy* [A method of definition of a specific expense of thermal energy on heating and ventilation of the operated residential buildings]. Minsk. *Gosudarstvennyj standart RB* [State Standart of the Republic of Belarus]. 2015. 42 p.
15. Danilevsky L.N., etc. *Metod opredeleniya udel'nogo rashoda teplovoj jenerгии na otoplenie i ventiljaciju mnogokvartirnykh zhilyh zdaniy i uslovija ego primenenija* [Method of definition of a specific expense of thermal energy on heating and ventilation of apartment residential buildings and condition of its application]. Edited by L.N. Danilevsky, S.V. Terekhov, I.A. Terekhova, I.A. Korizna. *Arhitektura i stroitel'stvo* [Architecture and construction]. 2014. No. 1. Pp. 52–58.
16. Danilevsky L.N., Danilevsky S.L. *Sposob opredeleniya udel'nogo koeficienta teplovyh poter' zdaniya* [Way of determination of specific coefficient of thermal losses of building]. *Zajav. o vydache patenta RB na izobr.* [Appl. of a patent of the Republic of Belarus for an invention]. No. a20150303. June 03, 2015.
17. Danilevsky L.N., Danilevsky S.L. *Problemy i prakticheskiy opyt opredeleniya teploenergeticheskikh harakteristik i jenergeticheskoy klassifikacii jekspluatiruemykh zhilyh zdaniy v massovom masshtabe* [Problems and practical experience of definition of heat power characteristics and power classification of the operated residential buildings in mass scale]. *Arhitektura i stroitel'stvo* [Architecture and construction]. 2016. No. 2. Pp. 28–31.
18. Danilevsky L.N., Danilevsky S.L. *Opredelenie teploenergeticheskikh harakteristik i jenergeticheskaja klassifikacija jekspluatiruemykh zhilyh zdaniy* [Definition of heat power characteristics and power classification of the operated inhabited buildings]. *BST*. 2016. No. 6. Pp. 45–47.
19. BNB 2.04.02–2000. *Budaynichaja klimatologija* [Construction climatology]. Change No. 1. 33 p.
20. Danilevsky L.N., Danilevsky S.L., Dmitriyev G.M. *Uproshhonnaja metodika opredeleniya udel'nogo potrebleniya teplovoj jenerгии na otoplenie dlja raschotnykh uslovij jekspluatatsii zdaniy* [The simplified technique of definition of specific consumption of thermal energy on heating for settlement service conditions of buildings]. *Jenergojeffektivnost'* [Energy efficiency]. 2017. No. 5. Pp. 26–29.
21. Livchak V.I. *Fakticheskoe teplopotreblenie zdaniy kak pokazatel' kachestva i nadjozhnosti proektirovaniya* [The actual heatconsumption of buildings as an indicator of quality and reliability of design]. "AVOK" Magazine. 2009. No. 2. Pp. 4–10.
22. SNB [Building norms of the Republic of Belarus] 4.02.01–03. *Otoplenie, ventiljacija i kondicionirovanie vozduha* [Heating, ventilation and air conditioning]. Minsk. *Ministerstvo arhitektury i stroitel'stva* [Ministry of Architecture]. 2015. 81 p.
23. *Zhishhnyj fond Respubliki Belarus' v 2016 godu. Statist. bjull* [Statistical bulletin "Housing Stock of Republic of Belarus in 2016"]. Minsk. *Nacional'nyj statisticheskij komitet RB* [National statistical committee of Republic of Belarus]. 2017. P. 5.
24. Johnson N., Lyon F. *Statistika i planirovanie jeksperimenta v tehnike i nauke: Metody obrabotki dannyh* [Statistics and experiment planning in engineering and science. Methods of data processing]. Moscow. Mir ["World" Publishers]. 1980. 610 p.

## Solar heating of buildings. Basics of design, provided that the period of consumption of traditional resources is reduced. Pp. 58–60.

T. V. Shchukina, PhD, Associate Professor, Professor at the Department Housing and Communal Services, Voronezh State Technical University (Voronezh city); R. S. Shevchenko, master, engineer of the 1st category of the Branch of the public company "Quadra" — "Voronezh Generation"

1. Rudneva N.A., Shchukina T.V., Kalinina A.V., Solov'jov S.A. *Osobennosti proektirovaniya sistem solnechnogo gorjachego vodosnabzhenija dlja klimaticheskikh uslovij RF* [Features of designing solar hot water supply systems for climatic conditions of the Russian Federation]. Voronezh. *Nauchn. Vestnik VGASU. Seriya "Vysokie tehnologii. Jekologija"* [Scientific Bulletin of the Voronezh State Technical University. Series "High technology. Ecology"]. 2014. Pp. 107–110.
2. *Svod Pravil* [Set of Rules] 50.13330.2012. *Teplovaja zashhita zdaniy* [Thermal protection of buildings]. *Aktual. red. SNiP* [Updated version of Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia)] 23-02–2003. *Minregion Rossii* [Ministry of Regional Development of Russia]. Moscow. "Analitik", Ltd. 2012. 95 p.
3. *Svod Pravil* [Set of Rules] 131.13330.2012. *Stroitel'naja klimatologija* [Building Climatology]. *Aktual. red. SNiP* [Updated version of Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia)] 23-01–99\*. *Minregion Rossii* [Ministry of Regional Development of Russia]. Moscow. "Analitik", Ltd. 2012. 108 p.
4. Bogoslovskij V.N., Krupnov B.A., Skanavi A.N. et al. *Vnutrennie sanitarno-tehnicheskie ustrojstva* [Internal Sanitary Equipment]. Edited by I.G. Staroverov and Ju.I. Shiller. V 3 ch. Ch. I. Izd. 4-e., pererab. i dop. [In three parts. Part I. 4th edition, rev. and exp.]. Moscow. "Strojizdat" Publishers. 1990. 344 p.
5. Daffni Dzh., Bekman U. *Osnovy solnechnoj teploenergetiki* [Fundamentals of solar thermal power]. Dolgoprudnyj. ID "Intellekt" ["Intellekt" Publish House]. 2013. 888 p.
6. Zemskov V.I. *Vozobnovljaemye istochniki jenerгии v APK* [Renewable energy sources in the agroindustrial complex]. Saint Petersburg. *Izd-vo "Lan"* ["Doe" Publishers]. 2014. 368 p.

## AIR CONDITIONING AND VENTILATION SYSTEM

## Determination of local resistance coefficients of tees in ventilating systems. Pp. 61–63.

O. D. Samarin, PhD, Assistant Professor, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NR MSUCE)

1. *Spravochnik proektirovshchika. Vnutrennie sanitarno-tehnicheskie ustrojstva. Chast' 3. Ventiljacija i kondicionirovanie vozduha. Kniga 2* [Designer's guideline. Internal sanitary systems. Part 3. Ventilation and air conditioning. Book 2]. Edited by N.N. Pavlov and Yu.I. Shiller. Moscow. "Strojizdat" Publishers. 1992. 416 p.
2. *Idel'chik I.E. Spravochnik po gidravlicheskim soprotivleniyam* [Hydraulic resistance guideline]. Edited by M.O. Scheinberg. 3th edition, rev. and exp. Moscow. "Mashinostroyeniye Izdatel'stvo", Ltd. ["Mechanical engineering" Publishers]. 1992. 672 p.
3. Posohin V.N., Ziganshin A.M., Batalova A.V. *K opredeleniyu koeficientov mestnykh soprotivleniy vozmushchayushchikh elementov truboprovodnykh sistem* [To definition of pressure loss coefficients of disturbing elements in pipeline systems]. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo* [Papers of Higher Educational Institutions. Construction]. 2012. No. 9. Pp. 108–112.
4. Posohin V.N., Ziganshin A.M., Varsegova E.V. *K raschetu poter' davleniya v mestnykh soprotivleniyakh. Soobsh. 1* [Calculation of minor losses. Report 1]. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo* [Papers of Higher Educational Institutions. Construction]. 2016. No. 4. Pp. 66–73.
5. Averkova O.A. *Eksperimental'noe issledovanie otryvnykh techeniy na vkhode vo vsasyvayushchie otverstiya* [Experimental investigation of separated flows at the inlet to the suction hole]. *Vestnik BGTU im. V.G. Shukhova* [Papers of Shukhov BGTU]. 2012. No. 1. Pp. 158–160.
6. Kamel A.H., Shaqlaih A.S. *Frictional pressure losses of fluids flowing in circular conduits: A review. SPE Drilling and Completion*. 2015. Vol. 30. No. 2. Pp. 129–140.
7. Gabriellaitiene I. *Numerical simulation of a district heating system with emphases on transient temperature behavior*. Proc. of the 8th International Conference "Environmental Engineering". Vilnius. Vilnius Gediminas Technical University (VGTU) Publishers. 2011. Vol. 2. Pp. 747–754.
8. Horikiri K., Yao Y., Yao J. *Modelling conjugate flow and heat transfer in a ventilated room for indoor thermal comfort assessment. Building and Environment*. 2014. No. 77. Pp. 135–147.
9. Samarin O.D. *Raschet mestnykh soprotivleniy v sistemakh ventiljacii* [Calculation of local resistances in ventilating systems]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2012. No. 2. Pp. 68–70.



## ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

**Development and implementation of technologies for the use of low-grade heat. Pp. 86–88.**

**D. G. Zakirov**, PhD, Professor, Chief Research Officer, Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Director General, Association of power engineers of Western Ural; **R. A. Faizrahmanov**, Doctor of Economics, Professor, Head of Department of information technology and automated systems, National research Perm Polytechnic University; **M. A. Mukhametshin**, General Director of "Perm regional center of energy saving and ecology" (Perm city)

- Zakirov D.G. *Teplovye nasosy — teplotransformatory na sluzhbe jekologii i jenergoeffektivnosti* [Heat pumps — heat transformers in the service of environment and energy]. Perm. OOO "Pechatnyj salon "Garmonija" ["Press salon "Harmony"; Ltd.]. 2014. 424 p.
- Zakirov D.G., Rybin A.A. *Ispol'zovanie nizkopotencial'noj teploty* [Use of low-grade heat]. Moscow. Izd-vo "Rusajns" ["Rusajns" Publishers]. 2015. Book 1. 158 p., Book 2. 154 p.
- Bezrukhih P.P. *Zachem Rossii vozobnovljaemye istochniki jenerгии?* [Why Russia renewable energy?]. *Jenergiya. Jekonomika. Tehnika. Jekologija* [Energy. Economy. Technique. Ecology]. 2002. No. 10. Pp. 2–8.
- Zakirov D.G., Rybin A.I. *Primenenie teplovyh nasosov v celjah utilizacii teploty oborotnoj vody i ohrany okruzhajushhej sredy* [Application of heat pumps in order to heat utilization of recycled water and environmental protection]. Moscow. Ugol' ["Coal" Publishers]. 1988. No. 3.
- Zakirov D.G., Rybin A.I., Morozov B.Z. *Prirodoohrannaja resursoberegajushhaja tehnologija s primeneniem teplovyh nasosov* [Environmental and resource saving technology with the use of heat pumps]. Moscow. Ugol' ["Coal" Publishers]. 1991. No. 12.
- Zakirov D.G., Rybin A.A. *Jenergosberegajushhaja tehnologija s utilizaciej nizkopotencial'noj teploty* [Energy saving technology by utilization of low-grade heat]. *Promyshlennaja jenergetika* ["Industrial power engineering" magazine]. 1994. No. 6.
- Zakirov D.G., Nehoroshij I.H., Malahov A.N., Druzhinin L.F. *Utilizacija nizkopotencial'nogo tepla shahthnyh vod — perspektivnoe napravlenie jenergosberezhenija ugol'noj otrasi* [Utilization of low-grade heat of mine waters — a perspective direction of energy saving coal industry]. Moscow. Ugol' ["Coal" Publishers]. 2000. No. 11.
- Zakirov D.G., Nehoroshij I.H., Jancen A.P., Grinnikov Ju.A., Petin Ju.M., Vasil'ev Ju.V. *Vnedrenie opytnoj tehnologii utilizacii nizkopotencial'nogo tepla shahthnyh vod* [Introduction of experimental technology utilization of low-grade heat of mine waters]. Moscow. Ugol' ["Coal" Publishers]. 2001. No. 9.
- Zakirov D.G. *Utilizacija vtorichnyh jenergeticheskikh resursov i ispol'zovanie vozobnovljajemyh istochnikov s primeneniem teplovyh nasosov — osnovnoj put' snizhenija jenergoemkosti proizvodstva* [Utilization of secondary energy resources and use of renewable sources with heat pumps is the primary way to reduce energy consumption]. *Promyshlennaja jenergetika* ["Industrial power engineering" magazine]. 2002. No. 5. Pp. 15–19.
- Zakirov D.G., Petin Ju.M. *Teplonasosnyje tehnologii v Rossii* [Heat pump technology in Russia]. *Jenergiya i menedzhment (RB)* ["Energy and management" magazine (The Republic of Belarus)]. 2004. No. 4. Pp. 56–62.
- Fajzrahmanov R.A., Rubcov Ju.F. *Metodologicheskie osobennosti avtomatizirovannogo upravlenija jenergoresursoberezeniem* [Methodological features automatic control of energy and resource saving]. *Avtomatizacija: Sovremennoe oborudovanie* ["Automation: Modern Equipment" magazine]. 2011. No. 2. Pp. 36–40.
- Fajzrahmanov R.A., Dolgova E.V., Rahmanov A.A. *Zadacha adaptivnogo upravlenija nasosnym oborudovaniem na osnove intellektual'nyh tehnologij* [The problem of adaptive control of the pump equipment on the basis of intelligent technology]. *Jeletrotehnika* ["Electrical Engineering" magazine]. 2013. No. 11. Pp. 17–19.
- Zakirov D.G., Fajzrahmanov R.A., Nikolaev A.V., Shajakbarov N.F. *Povyshenie jeffektivnosti podzemnoj dobychi nefi termoshahthnym sposobom* [Improving the efficiency of underground thermal-mining oil production method]. *Nefijanoe hozjajstvo* ["Oil industry" magazine]. 2014. No. 6. Pp. 58–60.
- Zakirov D.G. *Jenergosberezhenie i jekologicheskaja bezopasnost' ob'ektov maloj jenergetiki* [Energy saving and ecological safety of objects of small power]. Moscow. Nedra ["Entrails" Publishers]. 1995. 211 p.

**High efficiency polyenergy wind power plant. Pp. 92–94.**

**Yu. M. Bychkov**, Professor, Doctor of Engineering Sciences; **K. S. Gorchakov**, engineer, Research-and-production company "Energy-efficient technologies" (Moscow city)

- Bychkov Yu.M. *Ustojchivaja jenergetika dlja vseh — mif ili real'nost'?* [Sustainable energy for all — a myth or reality?]. *Jenergeticheskij vestnik* [Energy Bulletin]. 2014. No. 17. Pp. 44–50.
- Bychkov Yu.M. *Novaja paradigma razvitiya mirovoj vetrojenergetiki* [A new paradigm for the development of world wind power]. *Mat. II Mezhd. foruma "Vozobnovljaemaja jenergetika: puti povyshenija jenergeticheskoi i jekonomicheskoi jeffektivnosti REENFOR-2014"* [Proc. of the Second International Forum "Renewable Energy: Ways to Increase Energy and Economic Performance of REENFOR-2014"]. November 10–11, 2014. Moscow. IJIT RAS. 2014. Pp. 111–116.



## Конференция «Тепловые пункты и оптимизация городского теплоснабжения»

Уважаемые коллеги! Приглашаем Вас принять участие в Международной конференции «Тепловые пункты и оптимизация городского теплоснабжения».

Дата проведения: **24 октября 2017 года** / Время проведения: **10:00–14:00** / Место проведения: Москва, **МВЦ «Крокус Экспо», павильон 1, зал 2**

Организаторы: Группа компаний ИТЕ, журнал **С.О.К.**, НП «Российское теплоснабжение» / Модератор конференции: Александр Гудко, главный редактор журнала **С.О.К.**

### Темы выступлений:

- ❑ виды тепловых пунктов, сфера применения и их возможности в рамках решения задач автоматизации теплоснабжения и энергосбережения;
- ❑ ввод и условия эксплуатации индивидуальных тепловых пунктов;
- ❑ теплообменное оборудование, запорная и регулирующая арматура, насосы, контрольно-измерительные приборы, контроллеры, щиты электроуправления для ИТП;
- ❑ правила и нюансы запуска и остановки ИТП, изменение режимов эксплуатации — сезонные аспекты;
- ❑ ремонт ИТП и его техническое обслуживание.

**К участию в конференции приглашены:** представители регулирующих органов, отраслевых ассоциаций, проектировщики, монтажники и эксплуатанты оборудования. Принимаются заявки на участие в качестве докладчиков и слушателей.

**Участие в обоих форматах бесплатное.**  
**Запросы на участие отправляйте по e-mail:**  
**[o.ufereva@mediatechnology.ru](mailto:o.ufereva@mediatechnology.ru)**





МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
 ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ



**КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ**  
**BOILERS AND BURNERS**

**3-6 октября 2017**  
**Санкт-Петербург**

VII Международный Конгресс



Энергосбережение и  
 энергоэффективность –  
 динамика развития



ОРГАНИЗАТОР  
 ВЫСТАВКИ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
 ИНФОРМАЦИОННЫЙ  
 ПАРТНЕР:



Тел.: +7(812) 777-04-07; +7(812) 718-35-37; st@farexpo.ru www.farexpo.ru  
 МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1





# WorldBuild Krasnodar

## YugBuild

Международная  
выставка  
строительных и отделочных  
материалов, инженерного  
оборудования и архитектурных  
проектов

[worldbuild-krasnodar.ru](http://worldbuild-krasnodar.ru)



27 февраля -  
2 марта 2018

Краснодар  
ул. Конгрессная, 1  
ВКК «Экспоград Юг»

12+



Организатор  
выставки



КРАСНОДАРЭКСПО  
в составе группы компаний ITE

Одновременно  
с выставкой



Генеральный спонсор



Официальный  
информационный  
спонсор



Спонсоры

