

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ОТРАСЛЕВОЙ ЖУРНАЛ

САНТЕХНИКА • ОТОПЛЕНИЕ • КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ • ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ • ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА



<u>18</u>

Как рН воды влияет на коррозию



<u> 26</u>

<u>О регулировании</u> рынка систем отопления



<u>48</u>

<u>Системы</u> <u>с естественным</u> охлаждением



<u>68</u>

<u>Рынок</u> <u>ВИЭ-энергетики</u> России









## **WORLD ALPHA**

## ГАЗОВЫЕ НАСТЕННЫЕ КОТЛЫ

- Мощность от 10 до 35 кВт
- Датчик утечки газа
- Двухуровневый теплообменник
- Сделано в Корее

Реклама



## КОМПЛЕКТ

## ТЕРМОСТАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛИРОВКИ РАДИАТОРОВ ОТОПЛЕНИЯ

ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЙ КЛАПАН • ТЕРМОГОЛОВКА • ОТСЕЧНОЙ КЛАПАН



- Высокий комфорт и поддержание постоянной температуры в помещении.
- Высокая энергоэффективность и прямая экономия энергии.
- Быстрая и простая установка.
- Простое и интуитивно понятное управление.
- Не требует технического обслуживания.
- Привлекательный внешний вид.









## ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ТРУБ И ФИТИНГОВ • ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ •



## РОСТерм – единственный российский производитель аксиальной системы PE-Xa

трубы PE-Ха, фитинги PPSU, гильзы PVDF и защитные гофрокожухи производим на одной площадке



ROSTHERM.RU

## TEPM

## РАСШИРЯЕТ ПРОИЗВОДСТВО

Новинки MIRKL

бренд РОСТерм в электрике



РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ КОРОБКИ



КАБЕЛЬ-КАНАЛЫ



ГОФРИРОВАННЫЕ ТРУБЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРИКИ



PP-R ШАРОВЫХ КРАНОВ

PP-R TPY6 С АЛЮМИНИЕМ

ФИТИНГОВ РУС ДЛЯ КАБЕЛЬ-КАНАЛОВ

Расширение фитингов PPSU и PVDF до Ø 32





Ежемесячный отраслевой журнал «Сантехника, отопление, кондиционирование»

## № 2280 в Перечне ВАК Министерства образования и науки РФ (от 25.04.2023)

## Учредитель и издатель

000 Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ» (адрес: 143085, Московская обл., Одинцовский р-н, раб. пос. Заречье, ул. Тихая, д. 13, корп. 2)

### Директор

Константин Михасев

## Главный редактор

Александр Николаевич Гудко

## Технические редакторы

Сергей Брух, Александр Говорин

## Руководитель отдела рекламы

Татьяна Пучкова

## Ответственный секретарь

Ольга Юферева

## Дизайн и верстка

Роман Головко

### Редакционная коллегия

Председатель:

С.Д. Варфоломеев, член-корр. РАН, д.х.н., проф., ИБХФ РАН

Сопредседатели:

Сопредседатсти. А.С. Сигов, акад. РАН, д.ф.-м.н., проф., МИРЭА Ю.Ф. Лачуга, акад. РАН, член презид. РАН, д.т.н., проф.

Заместитель председателя:

И.Я. Редько, д.т.н., проф., ИБХФ РАН

Секция «Сантехника»

В. А. Орлов\*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ» Е.В. Алексеев, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ»

Ж.М.Говорова, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ»

Секция «Отопление и ГВС»

М.В. Бодров\*, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ННГАСУ»

А.Б. Невзорова, д.т.н., проф., ГГТУ им. П.О. Сухого П.И. Дячек, д.т.н., проф., БНТУ (Республика Беларусь)

А.В. Разуваев, д.т.н., доцент, проф., БИТИ НИЯУ «МИФИ»

Секция «Кондиционирование и вентиляция»

М.В. Бодров\*, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ННГАСУ»

Т. А. Дацюк, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «СП6ГАСУ» Г. М. Позин, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «СП6ГУТД»

В.И. Прохоров, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ»

Секция «Энергосбережение»

В.Ф. Матюхин\*, д.т.н., проф., Центр МИРЭА

О.А. Сотнинова, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «ВГТУ» С.К. Шерьязов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «ЮУрГАУ» А.Б. Невзорова, д.т.н., проф., ГГТУ им. П.О. Сухого

. Секция «ВИЭ»

В.В. Елистратов\*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «СП6ГПУ» П.П. Безруких, д.т.н., акад.-секр. секции «Энергетика» РИА

В.А. Бутузов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «КубГАУ» М.Г. Тягунов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

А.Б. Невзорова, д.т.н., проф., ГГТУ им. П.О. Сухого

В.Г. Николаев, д.т.н., директор НИЦ «Атмограф» С.В. Грибков, к.т.н., с.н.с., ФГУП «ЦАГИ», акад. РИА

Секция «Биоэнергетика»

Р.Г. Василов\*, д.б.н., проф., президент ОБР

Ю.Ф. Лачуга, акад. РАН, член презид. РАН, д.т.н., проф. В.В. Мясоедова, д.х.н., проф., ФГБНУ «ФИЦ ХФ РАН» А.Н. Васильев, д.т.н., проф., ФГБНУ «ФНАЦ «ВИМ»

\* Руководитель секции.

Адрес редакции: 143085, Московская обл., Одинцов-

ский р-н, раб. пос. Заречье, ул. Тихая, д. 13, корп. 2 Тел/факс: +7 (495) 665-00-00

E-mail: media@mediatechnology.ru

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС77-56668.

Подписной индекс: П1895.

Перепечатка фотоматериалов и статей допускается лишь с письменного разрешения редакции и с обязательной ссылкой на журнал (в том числе в электронных СМИ). Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов. Редакция не несет ответственности за информацию, содержащуюся в рекламных объявлениях.

## Адрес в Интернете

www.c-o-k.ru, www.forum.c-o-k.ru

## Отпечатано в типографии

«Тверской Печатный Двор» (адрес: 170518, Тверская обл., Калининский р-н, с. Никольское, д. 26) Тираж 15 000 экз. Цена свободная.

Выпуск № 256 (04/2023). Дата выхода: 15.05.2023.

С.О.К.® — зарегистрированный торговый знак.

ISSN 1682-3524



<u>События</u>
loвый филиал LUNDA в Твери
<u>1нтервью</u>
<ul><li>Іифровая трансформация строительства — никакой революции.</li><li>олько эволюция</li></ul>
ВІМ-проектирование
ВІМ-проектирование металлоконструкций химической установки
<u>Сантехника и водоснабжение</u>
(онфигурируемые системы управления WILO   цифровой подход к подбору
т цифровой подход к подоору. Іто такое pH воды и каково его влияние на коррозионные процессы?
ребования к квартирным гидроредукторам и их конструкции
о ГОСТ Р 55023
<u> Этопление и ГВС</u>
1.Л. Прудников: «Совершенное регулирование и здоровая конкуренци ажны для рынка систем отопления»
нергосберегающее регулирование приборов отопления точки зрения Giacomini
(ак «РОСТерм» производит PPSU-фитинги
]изельные котлы Kiturami — лидеры российского рынка
Варианты модернизации региональных систем теплоснабжения
мнализ способов утилизации отработанных деревянных келезнодорожных шпал
асчёт и конструирование отопительных приборов згладких трубопроводов
<u>Кондиционирование и вентиляция</u>
Иикроклимат класса «люкс»: премиальное оборудование иля комфортной жизни
вентиляция предприятий общественного питания: санитарные
ребования и необходимая документация
истемы с естественным охлаждением
<u> Энергосбережение и ВИЭ</u>
Возобновляемая энергетика России: академические научные иколы ОИВТ и ВИМ-ВИЭСХ. Обзор
иколы ОИВТ и ВИМ-ВИЭСХ. Обзор Иоделирование и исследование в ПО Aspen HYSYS и COMSOL Multiphys
иколы ОИВТ и ВИМ-ВИЭСХ. Обзор Иоделирование и исследование в ПО Aspen HYSYS и COMSOL Multiphys рункциональных характеристик тепловых насосов
иколы ОИВТ и ВИМ-ВИЭСХ. Обзор Иоделирование и исследование в ПО Aspen HYSYS и COMSOL Multiphys рункциональных характеристик тепловых насосов иля объектов социальной инфраструктуры
иколы ОИВТ и ВИМ-ВИЭСХ. Обзор Иоделирование и исследование в ПО Aspen HYSYS и COMSOL Multiphys рункциональных характеристик тепловых насосов

## Одной строкой

:: Компания Eleven Es открыла завод по производству литий-железо-фосфатных (LiFePO4) аккумуляторных элементов в городе Суботице, Республика Сербия. Объект построен при поддержке программы Европейского союза EIT Innoenergy, сообшает RenEn.ru.



:: Kiturami Holdings Co., Ltd. (генеральный директор — Сон Кюн Сок) объявила, что после перехода на холдинговую структуру в ноябре 2019 года компания зарегистрировала рекордно высокие консолидированные продажи в размере 1,2 трлн южнокорейских вон (KRW) и операционную прибыль в размере 35,4 млрд KRW в 2022 году. Продажи и операционная прибыль Kiturami Holdings выросли на 24 и 43% в 2022 году по сравнению с 2021 годом, соответственно, несмотря на заметное ухудшение состояния мировой экономики, рост цен на сырьё и снижение потребительских настроений на внутреннем рынке в прошлом году.



- :: С первого мая 2023 года модель котла NAVIEN Heatluxe NGB-210 будет включена в программу лояльности — теперь при установке нового котла будет начисляться 1000 баллов. Регистрируйтесь в клубе для профессионалов NAVIEN Pro.
- :: Японский консорциум NSG протестирует стекла с интегрированными солнечными элементами в здании железнодорожной станции Takanawa Gateway, pacположенной в Токио. Стекла оснащены прозрачным фотогальваническим покрытием, которое пропускает видимый солнечный свет и поглощает инфракрасные лучи и ультрафиолет, преобразовывая их в электроэнергию.

## «БДР Термия Рус»

## Новый выпуск BAXI Pulse: интервью с топ-менеджерами «БДР Термия Рус»



BAXI Pulse — проект про бизнес. Проект BAXI Pulse является неотъемлемой частью «Экосистемы BAXI» — сообщества бренда, построенного на доверительном отношении и сотрудничестве с партнёрами, экспертами, профессиональными монтажными, проектными, инженерными организациями и, безусловно, конечными потребителями. Главная цель создания проекта — обмен актуальной информацией, опытом, взглядами на бизнес-процессы и непрерывная коммуникация, способствующая оперативному реагированию на новые вызовы времени.

Первая съёмка проекта в текущем году была проведена непосредственно на стенде BDR Thermea Group в ходе международной выставки ISH во Франкфурте-на-Майне. Уникальность этого выпуска заключается не только в месте проведения, но и в выборе участников проекта: в этот раз интервью дали топ-менеджеры компании «БДР Термия Рус».



Директор по развитию «БДР Термия Рус» Алексей Мишуков затронул вопросы возможных путей развития отопительного рынка в России и Европе. Руководитель по маркетинговым коммуникациям BDR Thermea Group Деннис Миккельсен (Dennis Mikkelsen) осветил повестку компании в плане устойчивого будущего отопительной отрасли. А технический директор «БДР Термия Рус» Сергей Валуйских провёл обзор новинок брендов BAXI и De Dietrich на международной выставке ISH во Франкфурте.



**BAXI Pulse:** Интервью с топ-менеджерами компании «БДР Термия Рус»

## **Carrier Global**

## Производитель кондиционеров Carrier Global покупает подразделение Viessmann

Американская компания Carrier Global Corp. (Carrier) становится подразделением по кондиционированию воздуха в немецкой Viessmann Group (Viessmann), которая является лидером рынка в производстве современных систем тепловых насосов. По данному соглашению Carrier заплатит €12 млрд за бизнес, на долю которого приходится более 80% выручки немецкого семейного бизнеса и в котором занята большая часть из 14,5 тыс. сотрудников Viessmann Group.

Американский партнёр оплачивает 80% покупной цены наличными и 20% акциями, что делает семью Viessmann одним из крупнейших акционеров Carrier.

Бизнес Viessmann в области климатических решений включает в себя стремительное расширение производства тепловых насосов, особенно в Германии. Федеральное правительство хочет осуществить так называемую



«энергетическую революцию» в области отопления жилых помещений на основе этой экологически безопасной технологии использования возобновляемых источников энергии, которую можно использовать для отопления и охлаждения, то есть постепенно отказаться от традиционных решений. Цель состоит в том, чтобы ежегодно, начиная с 2024 года, 🖁 устанавливать в стране не менее полумиллиона систем тепловых насосов.

## **Энергетика**

## Минэнерго России меняет требования к схемам теплоснабжения



На федеральном портале проектов нормативных правовых актов опубликован проект постановления Правительства Российской Федерации «О внесении изменений в требования к схемам теплоснабжения».

В соответствии с подпунктами «д» и «ж» п. 26 Доктрины энергетической безопасности Российской Федерации, утверждённой Указом Президента РФ от 13 мая 2019 года № 216, задачами по поддержанию основных производственных фондов топливно-энергетического комплекса на уровне, необходимом для обеспечения энергетической безопасности. являются:

- проведение комплексной модернизации и оптимизации основных производственных фондов организаций топливно-энергетического комплекса с использованием преимущественно отечественных инновационных, энергоэффективных и экологически безопасных технологий и оборудования;
- □ уменьшение отрицательного воздействия хозяйственной деятельности топливно-энергетического комплекса на окружающую среду. По мнению ведомства, проект, кроме всего прочего, окажет позитивное влияние на достижение целей Государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды».

## Одной строкой

:: Первая опытная партия деталей для европейских станков, которые используются при производстве климатической техники, успешно прошла приёмку конструкторами торгово-производственного холдинга (ТПХ) «Русклимат». Они были разработаны группой инженеров концерна «Калашников».



∷ В 2022 году российский рынок VRF обновил рекорд по объёмам продаж и достиг отметки 17,5 тыс. штук. Количественный прирост составил 14,4%. При этом структура рынка претерпела очень большие изменения. Доля японских брендов рухнула с 31 до 9%, а корейских — снизилась с 10 до 2%. В 2023 году суммарная доля японской и корейской продукции не превысит 5−7%, сообщает «Литвинчук Маркетинг»

## Global EV Outlook 2023 Catching up with climate ambitions

- :: Международное энергетическое агентство (International Energy Agency, IEA) выпустило очередное издание своего ежегодного прогноза развития электрического транспорта Global EV Outlook 2023. Агентство отмечает, что в 2022 году в мире было продано более 10 млн электромобилей, что составило примерно 14% глобальных продаж. В том числе было продано 7,3 млн «чистых» электромобилей (Battery Electric Vehicles, BEV), сообщает RenEn.ru.
- :: InfoLink опубликовала список крупнейших поставщиков солнечных элементов в мире в 2022 году. По сравнению с 2021 годом первая четвёрка не изменилась — Tongwei, Aiko, Runergy и Solar Space остались на своих местах, а на пятое место поднялась Jietai, сообщает RenEn.ru.
- :: В октябре прошлого года нефтегазовый концерн Shell закрыл все свои водородные заправки в Великобритании. В результате в стране осталось 11 водородных заправочных станций общего доступа, сообщает RenEn.ru.

## **Viessmann**

## Компании Viessmann в России переходят новому владельцу



19 апреля 2023 года была завершена сделка между немецкой промышленной группой Viessmann Climate Solutions и Полиной Шаровой, владелицей российского производственного предприятия «Гермес-Урал», по продаже дочерних предприятий 000 «Виссманн» и 000 «Виссманн Липецк». В результате сделки будет создана промышленная группа, состоящая из трёх компаний (000 «Гермес-Урал», 000 «Виссманн» и 000 «Виссманн Липецк»), с сохранением всех своих строгих требований к качеству и надёжности.

000 «Гермес-Урал» — это частное семейное предприятие, основанное в 2004 году, которое является лидером среди производственных компаний в России и странах СНГ по производству экологически безопасной продукции для машиностроительной, нефтехимической, нефтегазовой, химической, пищевой отраслей. Сегодня предприятие выпускает



ёмкостное оборудование, сосуды и аппараты, работающие под давлением на современном европейском, сертифицированном в России оборудовании в строгом соответствии с государственными стандартами. Кроме того, предприятие аккредитовано в соответствии с европейскими стандартами и неоднократно проходило немецкий аудит производства и выпускаемой продукции.

000 «Гермес-Урал» и 000 «Виссманн Липецк» являются давними партнёрами.



Расширенный материал о данной сделке в журнале СОК

## **Экономика**

## Путин подписал указ об ответном изъятии иностранных активов

Президент России В.В. Путин подписал указ об ответных мерах при изъятии активов РФ в США и других странах. Росимущество станет временным управляющим иностранных активов в России, которые президент поручил изъять в качестве ответной меры. Путин постановил начать с ценных бумаг финской Fortum и доли в «Юнипро».

При конфискации в США и «примкнувших к ним» других государств имущества России, российских граждан или компаний, связанное с такими странами, имущество в России переводится во временное управление. Соответствующий указ подписал президент Владимир Путин, документ опубликован на портале правовой информации. В свою очередь, Fortum направила возражения российской стороне о передаче акций своей «дочки» — ПАО «Фортум» — под временное управление Росимущества. Компания официально уведомила Администрацию президента РФ, что «категорически возражает» против этого. Заявление опубликовано на сайте компании.



Компания отмечает, что считает действия Российской Федерации грубым нарушением международного права и прав концерна как иностранного инвестора. «Fortum zomoвится принять все необходимые меры для защиты своих прав в рамках соответствующего международного законодательства», — говорится в заявлении на сайте компании, его цитирует «Бизнес-Журнал.Урал».

## «ТЕХНОПАРК»

## «ТЕХНОПАРК» – новый ассоциированный член (партнёр) ЕВРАРОС

В ходе визита делегации Евразийской ассоциации рынка отопительных систем (ЕВРАРОС) в Республику Узбекистан генеральный директор ассоциации Игорь Прудников посетил ташкентский «ТЕХNОРАКК», объединяющий более 20 проектов, ориентированных на практическую реализацию задач, поставленных Президентом Узбекистана Шавкатом Мирзиёевым по созданию высокотехнологичных, конкурентоспособных, экспортоориентированных и импортозамещающих производств.

В 2023 году компанией будут реализованы проекты: производство HPL панелей; фотоэлектрические панели; автоматизированный логистический центр. Сейчас в «TEXNOPARK» работает более 5000 сотрудников. Партнёрами 000 «TEXNOPARK» являются всемирно известные компании: Pietro Fiorentini (Италия), Samsung Electronics (Корея), Whirlpool (КНР), Shanghai Mitsubishi (КНР) и другие.



Один из самых молодых проектов компании 000 «TEXNOPARK» — производство стальных панельных радиаторов, запуск которого состоялся в апреле 2021 года. На сегодняшний момент технопарк производит ежегодно 640 тыс. м готовой продукции. В проект инвестировано \$19,5 млн, создано 250 рабочих мест. Производственная площадь — 9276 м<sup>2</sup>, уровень локализации — 36%. Евразийская ассоциация рынка отопительных систем и 000 «TEXNOPARK» заключили соглашение о взаимодействии и партнёрстве, предусматривающее участие «TEXNOPARK» в деятельности ЕВРАРОС с совещательным голосом. Соглашение подписали генеральный директор ЕВРАРОС Игорь Прудников и заместитель директора 000 «TEXNOPARK» по производству панельных радиаторов Санжар Файзиев.

## **Энергетика**

## Департамент ЖКХ Москвы разработал проект «Актуализация схемы теплоснабжения города»

Столичным департаментом жилищно-коммунального хозяйства был разработан проект «Актуализация схемы теплоснабжения города Москвы до 2035 года (актуализация на 2024 год)», сообщила «Вечерняя Москва».

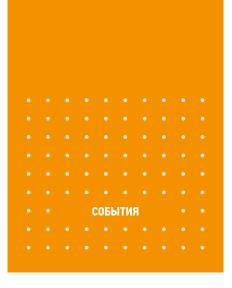


В роли разработчика выступила компания «ЭТС-Проект», занимающаяся комплексным проектированием объектов электроэнергетини. На официальном сайте Департамента жилищно-коммунального хозяйства города Москвы размещены материалы по действующим на данный момент схемам теплоснабжения. «Как и в прошлые годы, при подготовке к новому отопительному сезону проведём гидравлические и температурные испытания.

Они помогают заблаговременно выявить ненадёжные участки тепловых сетей и отремонтировать их. Горячую воду при этом отключаем всего на десять дней», — рассказал Сергей Собянин. Мэр Москвы добавил, что в нынешнем году будут построены и реконструированы более 2,4 тыс. км электрических сетей, свыше 167 км водопроводов и 112 км канализационных сетей, а также 20,6 км водосточных сетей.

В столице ежегодно в период с мая по конец августа отключают горячую воду для проведения профилактических работ. На портале mos.ru недавно был опубликован график отключения горячей воды. Подобная мера является технической необходимостью для подготовки соответствующих коммуникаций к отопительному сезону. Длительность отключений обычно составляет не более десяти дней.





## Новый филиал LUNDA в Твери

Шоколадный фонтан, праздничный торт, ароматные шашлыки, весёлый диджей, конкурсы с подарками и компания единомышленников — идеальный сценарий праздника! Именно так прошло открытие нового филиала <u>LUNDA</u> в Твери.



Компания LUNDA («Лунда») продолжает активно расширяться, чтобы быть ближе к своим клиентам. В новом филиале, названном «ЛУНДА-Брусилово», есть склад площадью 1250 м², который вмещает в себя 7500 уникальных товаров. Можно приехать и забрать оборудование, имеющееся в наличии, в день заказа. Если нужного товара в наличии не окажется, его

привезут с распределительного склада в течение одного-двух дней.

В новом офисе компании <u>LUNDA</u> доступны услуги по проектированию, подбору оборудования и аренде профессионального инструмента.

Филиал «ЛУНДА-Брусилово» находится по адресу: город Тверь, деревня Брусилово, д. 63. Тел.: +7 (4822) 45-23-00. ●



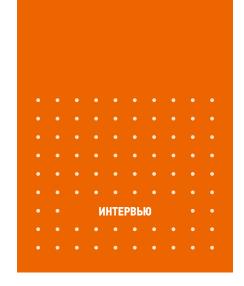
:: Торжественное открытие филиала «ЛУНДА-Брусилово» в Твери



Открытие нового филиала — всегда праздник!



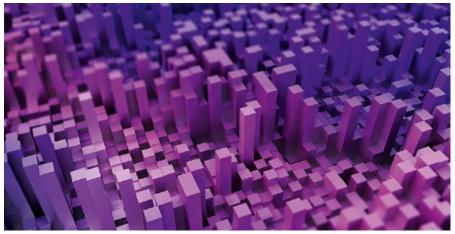
:: Склад нового филиала вмещает 7500 уникальных товаров



# Цифровая трансформация строительства — никакой революции, только эволюция

Цифровая трансформация строительной отрасли становится одним из ключевых звеньев всего движения стройкомплекса страны вперёд. Но это не означает, что всё идёт гладко: чем дальше заходит процесс, тем больше вопросов он порождает. И это закономерно, ведь речь идёт о настоящей технологической революции. А она всегда происходит в конфликтной среде. Помочь разобраться в этом по-настоящему сложном явлении мы попросили исполнительного директора компании <u>«СиСофт Разра-</u> ботка» Михаила БОЧАРОВА.

Интервью подготовил Александр ИВАНОВ



По результатам опроса сервиса «Хабр Карьера», 33 процента российских ИТ-специалистов в марте 2022 года искали работу в иностранных компаниях с возможностью релокации. В феврале и марте Россию уже покинули 70 тысяч ИТ-специалистов. Эксперты прогнозируют, что отток будет продолжаться. Это катастрофа для отрасли информационных технологий?

– Вообще не катастрофа. Во-первых, айтишник может работать удалённо, то есть из любого места на планете. И многие так и делают. Отчего происходит отток специалистов? Преимущественно по причине проводившейся мобилизации. По поводу последней могу сказать, что ИТ-специалистов из ИТ-компаний не призывают в армию. А если есть такие случаи, то этих специалистов обычно возвращают обратно. Если же кто-то, поддавшись панике, уехал, то пусть трудится оттуда, а если не желает, то на его место придёт другой. Могу сослаться на нашу компанию: у нас никого дефицита кадров нет, принимаем новых квалифицированных сотрудников и успешно справляемся со всеми стоящими перед нами задачами.

Хочу привести другой пример: совсем недавно было озвучено, что известная компания Мета [компания Мета признана экстремистской и запрещена в РФ] объявила о сокращении специалистов. Согласно закону США, если в какой-то срок эти люди не найдут новую работу, они лишатся разрешения на пребывание в Америке. То есть рынок ИТ-специалистов сохраняет сегодня глобальный статус. Так что их миграция закономерна.

:: Государство вводит льготы для российских ИТ-специалистов и обсуждает новые меры поддержки, чтобы удержать кадры на родине. Например, отсрочку от армии получат технические специалисты, которые работают не только в ИТ-компаниях, но и в банках, транспортных компаниях и других организациях, а также выпускники профильных вузов и сотрудники со стажем 10—12 месяцев. А сами ИТ-компании освободят от уплаты налога на прибыль до 31 декабря 2024 года и получат льготные кредиты со ставкой три процента на разработку новых продуктов в тех отраслях, где создание конкурентных продуктов наиболее необходимо. Кроме того, компании смогут получить кредиты со ставкой 11 процентов на обеспечение текущей деятельности. Как вы считаете, этого достаточно, чтобы поддержать эту сферу и удержать айтишников от желания «свинтить»?

 Сегодня ИТ-специалисты уже пользуются самыми разными льготами и преференциями. Государство в этом плане ведёт себя замечательно. Что же касается каких-то дополнительных мер, то их следует вводить тогда, когда в них возникнет потребность, то есть с чем будут обращаться к властям ИТ-компании для решения своих вопросов. Сегодня Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации и его руководитель очень открыты, достучаться до них несложно. Как будет решён вопрос, с которым обратились, другое дело. В любом случае, если просьба коснётся многих, она будет рассмотрена. Если же человек реально хочет уехать, его ничего не остановит.

\*\* Как вы считаете, не слишком ли отъезд ИТ-специалистов напугал власти? И как это выглядит с морально-этической стороны? Ведь в стране не хватает квалифицированных специалистов и в других отраслях экономики, однако непохоже, чтобы их нехватка ввела власти в шок. И так ли уж все уехавшие ИТ-специалисты «высококвалифицированные» и «уникальные», чтобы о них горевать?

— Отъезд определённой группы программистов власть не испугал. Чтобы лучше понять, почему, следует посмотреть на то, что происходит в стране с разработкой ПО. Для нас приоритетными направлениями являются создание операционных систем, управление базами данных. Этого нам сегодня объективно не хватает.

Что касается остальных продуктов, то по некоторым классам ПО их даже больше, чем нужно. Должен происходить процесс укрупнения и улучшения их, согласно философскому закону перехода количества в качество и оптимизации компаний-аутсайдеров. Как думаете, где окажутся программисты из этих компаний? Тут два варианта: либо продолжат бороться за свои разработки, либо свернут свою деятельность и перейдут к одному из тех разработчиков, чей продукт получил одобрение рынка.

Если говорить про наш класс ПО информационное моделирование, то мы находимся в уникальной ситуации. Она связана с тем, что современные западные решения не являются для нас маяком, зовущим вперёд. Хотя мы привыкли к тому, что именно у них всё самое передовое, но факт налицо: рынок голосует рублём за ВІМ только для проектирования, где классическому BIM оказывают сильную конкуренцию по объективным критериям отечественные системы автоматизированного проектирования (САПР). Конечно, здесь есть и элемент субъективизма, ведь когда проектировщику говорят, что он должен перейти на отечественное ПО, то он начинает загибать пальцы: вот тут чего-то нет или что-то расположено в другом месте. Однако надо смотреть в суть, а он смотрит в основном на редко используемые дополнительные опции.

Резюмируем — в нашей сфере информационного моделирования мы уже давно добились импортозамещения, и сейчас надо говорить об «импортоулучшении» и даже об «импортоопережении». В том числе потому, что государство задало планку, которая по целому ряду параметров выше, чем на Западе. Первый из них — вертикальное интеграция управ-



ления данными. На этапе строительства и эксплуатации полноценные комплексные ВІМ-решения не существуют ни у нас, ни за границей. Вместо этого есть только отдельно живущие наработки, не объединённые между собой, а зачастую даже имеющие разные названия вроде «4D», «5D» и т.д. Каждая из таких функций хороша сама по себе, но весь смысл цифровизации стройки и дальнейшей её цифровой трансформации — в комплексном решении, а не в отдельных инструментах.

Да, фактически мы должны стремится к цифровому двойнику строительства, а это огромное количество самых разных процессов и операций. Но главное тут — «взаимосвязанность». Именно этот термин — самый важный в интероперабельности данных, и он должен быть основан на классификаторе строительной информации. Но пока до качественных решений ещё далеко. Зато появился ориентир — определение цифрового двойника объекта капитального строительства (ОКС) дано в Распоряжении Правительства РФ от 31 октября 2022 года №3268-р.

Дам это определение полностью, чтобы читатель понял: «цифровой двойник объекта капитального строительства — синхронизированная цифровая копия объекта капитального строительства, представляющая собой виртуальную модель, воспроизводящую форму оригинального объекта и все характерные для такого оригинала процессы, что позволяет однозначно идентифицировать все исторические изменения, выполненные для объекта-оригинала, а также прогнозировать жизненный цикл копируемого объекта». Именно это определение коррелируется с определением термина «информационная модель» в Градостроительном кодексе РФ. Круг замкнулся и утверждён нормативно-правовыми актами, поэтому все противоречащие им нормативно-технические акты и регламенты должны быть пересмотрены. И чем быстрее этим займутся соответствующие органы федеральной власти, тем быстрее и дешевле будет проходить цифровизация стройки.

Хотя федеральные органы исполнительной власти есть за что похвалить: отечественная высота планки для строительства и эксплуатации намного выше и амбициозней западной. Одно из отличий от западных аналогов состоит в том, что в управлении данными мы переходим на вертикально-интегрированную структуру, что соответствует, как минимум, государственно-информационной системе обеспечения градостроительной деятельности (ГИС ОГД). Хотя она должна была заработать с 1 декабря 2022 года, но пока этого не случилось.

Будем надеяться, что Минстрой доведёт дело до выполнения задач по технологическому суверенитету России в области цифровой стройки. Повторю — планка целей и задач цифровой стройки установлена очень высоко и требует технической реализации отечественными решениями, а не имеющимся суррогатом.





## :: Сегодня много говорится про открытые ПО. Почему эта тема стала столь злободневной, и какие у этого вопроса существуют решения?

— Открытое ПО — это хорошо, оно доступное для всех желающих. Но тут есть нюансы. Я сейчас буду говорить про открытые форматы для данных, что для нашей области очень важно. Например, есть открытый формат данных IFC. Он транспортный, то есть в нём нельзя редактировать модель, туда её можно только сложить. Потом его надо распаковывать, после чего можно работать с информационной моделью. России очень нужен национальный открытый формат — и как формат, и как схема данных, в которой модель можно не только хранить, но и редактировать. В России четыре открытых формата и огромный опыт их создания. Причём запрещать западные разработки не нужно, их следует использовать только при необходимости. Вообще, в этом вопросе нужна реальная государственная политика, направленная на технологический суверенитет.

\*\* Как вы оцениваете уровень вузовской подготовки молодых специалистов? Талантливые самоучки могут составить им конкуренцию? Ввиду доступности открытого ПО самородки могут достичь определённых высот в оригинальных разработках. Может, молодым людям и необязательно «лучшие годы жизни» отдавать изучению объёмных вузовских программ?

— Есть такое понятие, как «порог вхождения в цифровизацию». Многие люди никогда не будут айтишниками просто потому, что неспособны освоить эту специальность. Заставлять их работать в сложных интерфейсах неправильно. Вопрос следующий: кого нужно учить? Специалиста-строителя тому, что цифровизиру-

ется на стройке, или айтишника со знанием строительных процессов? И тех, и тех. Прорабу и мастеру нужно знать только свою специфику, и это совсем не ИТ-образование. У айтишника совсем другие задачи и другое рабочее место. Задача отечественного информационного моделирования — сделать так, чтобы прорабы и мастера могли бы просто работать с ПО. Иными словами, порог вхождения в ци-





фровизацию для прораба должен быть минимальным, а для айтишника — максимальным. Это, кстати, ещё одно отличие отечественной цифровизации: мы идём к цифровому двойнику, который должен работать не только у «продвинутого» пользователя, а везде на стройке. У нас же сегодня «айтишники» начинают учить «строителей» строить. Ничего хорошего из этого выйти не может. Поэтому, касаясь вузовских программ, надо ответить на вопрос: а кого мы хотим получить, какого специалиста? Айтишника, который будет подстраивать цифровые процессы под производство, или производственника, который будет этими цифровыми процессами пользоваться? «Универсальных солдат» точно много не получится — это разные специалисты, и каждый идёт к своему профессиональному уровню годами.

В конечном итоге массовая цифровизация позволит нам перейти к изменению процессов в лучшую сторону. Это и есть цифровая трансформация? Когда часть процессов, которые производились в физическом мире, ушли в виртуальный, то есть смогли их заменить. Например, оплата прохода в метро. Раньше платили монетами, затем картами. Но всё равно мы вынуждены доставать из карманов средства оплаты и прикладывать их к терминалу. Сейчас изменили этот процесс на основе цифровых технологий, процесс оплаты перевели в виртуальную плоскость. Автомат считывает рельеф нашего лица, сравнивает его с тем, что заложено в его памяти и списывает со счёта нужную сумму. Когда до понимания этого процесса дойдёт строитель, тогда и начнётся цифровое преображение строительства. Это означает, что учить нужно тому, что человек сможет изменить на своём рабочем месте. Ключевое слово здесь — «своём», когда строитель увидит цифровые возможности улучшения процесса своей работы, и это будет воспринято органично. А не так, как навязывается сверху. Нужна эволюция — революции приведут к саботажу.

## :: Вы согласны с утверждением, что Россия обязательно обретёт технологическую независимость? Делается ли для этого что-либо в нашей стране?

— У меня нет сомнений, что мы можем достичь технологической независимости. Только не надо «ставить телегу впереди лошади», это должен быть эволюционный переход, революция не нужна. Революция вызовет либо неприятие, либо необратимые последствия, которые могут привести к утрате данных.

8



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВОДНОЙ ОТРАСЛИ

## 12-14 СЕНТЯБРЯ 2023

москва, крокус экспо

Место встречи профессионалов водной отрасли с поставщиками технологий, оборудования и услуг для решения водохозяйственных задач

Принять участие



Организатор: SexpoVision Rus

WWW.ECWATECH.RU



# ModelStudioCS

## ВІМ-проектирование металлоконструкций химической установки

Использование технологий информационного моделирования позволяет сократить временные затраты на проектирование, практически полностью исключить возможные ошибки, а также упростить прохождение согласований — в том числе в надзорных органах. Одним из эффективных инструментов ВІМ-проектирования является линейка программных продуктов Model Studio CS.

## Model Studio CS «Строительные решения» — универсальный ВІМинструмент для разделов АР/КМ/КЖ

Model Studio CS «Строительные решения» обладает широким перечнем специально разработанных инструментов и функций, позволяющих спроектировать промышленный объект любой сложности (рис. 1) по разделам «Архитектурные решения» (АР), «Металлические конструкции» (КМ) и «Железобетонные конструкции» (КЖ). В этой статье мы рассмотрим раздел «Металлические конструкции».

Проектирование металлоконструкций в среде Model Studio CS «Строительные решения» можно разделить на несколько эталов:

- □ формирование 3D-моделей зданий и сооружений;
- □ анализ и оптимизация конструкций в расчётных системах;
- формирование отчётной документации в виде 2D-чертежей и спецификаций;
- □ публикация модели в систему <u>CADLib</u> «<u>Модель и Архив»</u> для интеграции со смежными дисциплинами;
- □ экспорт и импорт данных в формат Industry Foundation Classes (IFC) для взаимодействия с программными BIM-комплексами и прохождения экспертиз.

## Формирование 3D-модели зданий и сооружений

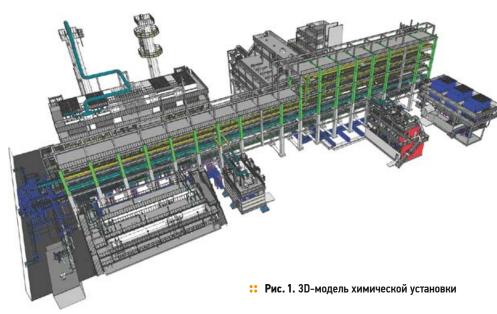
В основе <u>Model Studio CS</u> лежит обширная база данных, содержащая типовые элементы фасонного проката, в соответствии с действующими ГОСТ, СТО и ТУ, пластины и болтовые/сварные соединения, позволяющие создавать в трёхмерном пространстве модели произвольного наполнения, и некоторые готовые типовые металлические конструкции (лестницы, площадки, ограждения, фермы, прожекторные мачты, молниеотводы и пр.), которые можно найти в библиотеке объектов и тут же использовать в своей модели (рис. 2).

Model Studio CS «Строительные решения» позволяет автоматизировать создание металлического каркаса здания.

В основе Model Studio CS лежит обширная база данных, содержащая типовые элементы фасонного проката, в соответствии с действующими ГОСТ, СТО и ТУ, пластины, болтовые и сварные соединения и некоторые готовые типовые металлические конструкции

**Авторы:** М.Ю. СУХАРЕВ, инженер технической поддержки отдела комплексных решений; А.С. БЕЛКИН, руководитель отдела комплексных решений, <u>АО «СиСофт Девелопмент»</u> (CSoft Development)

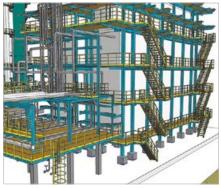
По материалам журнала «Управление качеством» (ИД «Панорама»)



Для этого достаточно задать параметры и характеристики элементам будущего каркаса, таким как колонны, ригели, прогоны, связи и узлы (рис. 3).

В процессе проектирования можно воспользоваться командой «Редактор металлопроката» и, выбрав группу, тип и норматив металлического профиля, вычертить новый или заменить на другое сечение. При изменении автоматически перестраивается узел, связанный с изменяемым металлическим профилем (рис. 4).

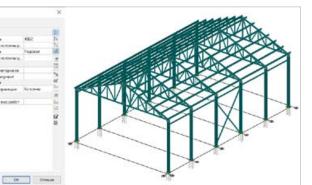
Реализован функционал по созданию составного сечения из стандартных



: Рис. 2. Примеры металлических конструк-



ций из базы данных



:: Рис. 3. Результат выполнения команды «Каркас»

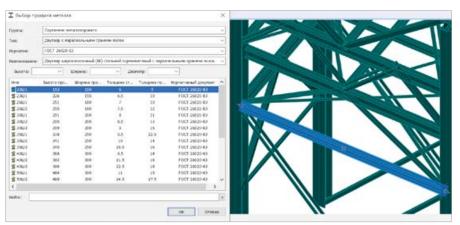
и нестандартных профилей различного типа. Разместив набор профилей разного типа (двутавры, швеллеры, уголки, трубы и т.п.), при помощи стандартных инструментов графической платформы можно расположить их относительно друг друга для получения необходимого составного сечения. Команда «Составной профиль» позволяет сформировать составное сечение, указав профили и базовую точку построения. Полученное сечение добавляется в БД для дальнейшего применения.

Теперь подробнее остановимся на узлах. Конструирование узловых соединений можно осуществить способами:

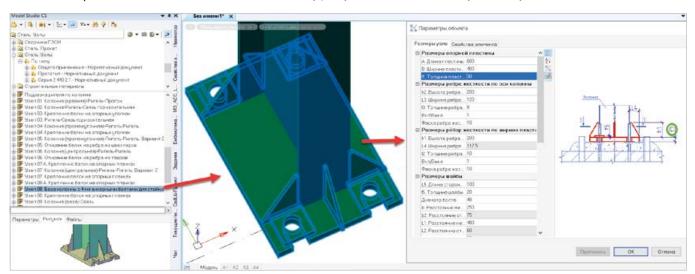
- 1. Выбрав параметрический узел из библиотеки стандартных компонентов, включающей серийные 2.440-2.1, применить его к соответствующим профилям (рис. 5). Геометрические размеры фасонных деталей узла всегда можно настроить в окне свойств. Выбранный параметр выделяется на демонстрационном чертеже формы.
- 2. Создать пользовательское узловое соединение командой «Создать узел» с последующей его доработкой посредством соответствующих инструментов;
- 3. Создать узел с помощью «Редактора узла» с расстановкой фасонных деталей, образованных из 3D-примитивов.

Готовые узлы могут быть скопированы и изменены в пространстве модели, а затем сохранены в библиотеку узловых соединений. Это позволяет избежать необходимости многократного повторения рутинных операций.

В программном комплексе Model Studio CS «Строительные решения» реализован многофункциональный инструмент «Редактор параметрического оборудования». С его помощью можно создать параметрическую металлическую деталь, профиль или целое оборудование любой формы.



:: Рис. 4. Интерфейс работы команды «Редактор металлопроката»

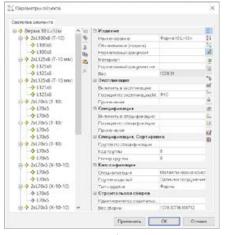


: Рис. 5. Процесс вставки параметрического узла из базы данных

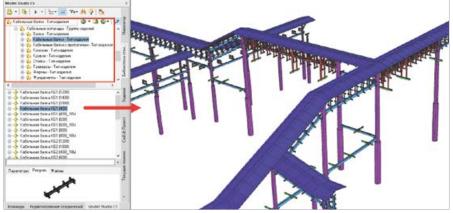
Работать со сборочными изделиями позволяет функционал по формированию сборок произвольной формы из элементов металлопроката. Для создания сборки раздела «Металлические конструкции» пользователю необходимо указать:

- □ необходимые компоненты;
- □ базовую точку сборки и основные атрибутивные характеристики.

В параметрах объединённой модели создаётся иерархический список свойств входящих в сборку компонентов. При изменении состава сборки в режиме реального времени происходит автоматический перерасчёт веса изделия. Сборку можно сохранить в базу данных для дальнейшего использования.



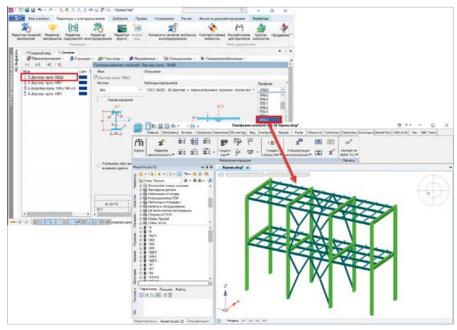
**::** Рис. 6. Параметры сборки раздела «Металлические конструкции»



: Рис. 7. Формирование кабельной эстакады

Если возникла необходимость изменить профили в сборке или состав изделия, следует воспользоваться инструментами редактирования сборки или расформировать её с помощью команды «Расформировать сборку КМ» (рис. 6).

Model Studio CS «Строительные решения» предоставляет эффективный инструментарий для проектирования кабельных эстакад (рис. 7), включающий базу данных, в которой содержится огромное количество параметрических объектов,



**№ Рис. 8.** Результат обратного импорта из ПК «ЛИРА» в <u>Model Studio CS «Строительные решения»</u>

таких как балки, стойки, фермы, кровля и др. С помощью команды «Поднять объекты на рельеф» фундаменты стойки эстакады привязываются к рельефу местности в проектное положение.

## Анализ и оптимизация конструкций в расчётных системах

Model Studio CS «Строительные решения» позволяет экспортировать металлические конструкции в такие расчётные системы, как программный комплекс «ЛИРА» 10.х, «ЛИРА-САПР» («САПФИР»), ПК SCAD Office (рис. 8). При этом передаются геометрия, параметры сечений и тип материала объектов, что позволяет, немного их доработав, осуществить проверку или подбор сечений.

Для ПК «ЛИРА» реализован двусторонний интерфейс: изменённые в нём сечения при импорте в <u>Model Studio CS</u> «<u>Строительные решения</u>» будут автоматически заменены и выделены цветом в исходном файле.

## Формирование отчётной документации в виде 2D-чертежей и спецификаций

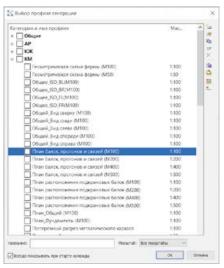
После создания цифровой модели в программном комплексе Model Studio CS «Строительные решения» приступаем к формированию комплекта монтажнотехнологических чертежей и спецификаций в соответствии с требованиями ГОСТ 21.501-2018. Эта документация выводится автоматически по заранее сформированным правилам, называемым преднастроенными проекциями. Программное обеспечение позволяет автоматически получать планы, разрезы, схемы, фасады и виды на основе уже имеющихся преднастроенных проекций. Способ, вид и тип вывода документации пользователь при необходимости может настраивать самостоятельно (рис. 9, 10).

Специальная команда «Спецификатор» позволяет настроить автоматическое получение экспликаций, спецификаций и ведомостей в соответствии с отраслевыми стандартами.

Табличные документы могут быть получены в различных форматах: nanoCAD, AutoCAD, MS Word, MS Excel и др.

Элементы оформления, такие как размеры, отметки уровня, выноски и позиции, проставляются в автоматическом (через параметры преднастроенной проекции) или же в полуавтоматическом режиме с помощью соответствующих инструментов.

Кроме отчётной документации в виде таблиц, предоставляется возможность сформировать ведомость объёмов работ.



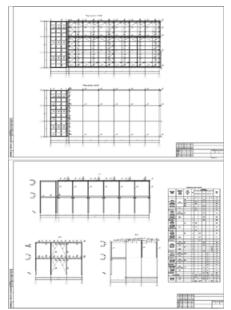
**::** Рис. 9. Окно выбора профилей преднастроенных проекций

Если объектам назначены сметные свойства, то с помощью специального инструмента можно экспортировать данные модели в форматах XML и ARPS в различные сметные программы, например, в «ГРАНД-Смету», и получить отчётные документы в виде смет. Пользователь назначает параметры ГЭСН, вставляя их из базы данных. Затем с помощью команды «Спецификатор» производится экспорт в необходимом формате.

## Публикация модели в систему <u>CADLib</u> «<u>Модель и Архив»</u> для интеграции со смежными дисциплинами

Важной особенностью <u>Model Studio CS</u> «Строительные решения» является наличие собственной системы управления ВІМ-данными — CADLib «Модель и Архив», предназначенной для совмещения и проверки 3D- и ВІМ-моделей, создания электронного архива и работы с календарными планами в связке с 3D-моделями.

Система <u>CADLib «Модель и Архив»</u> обладает эффективными средствами им-

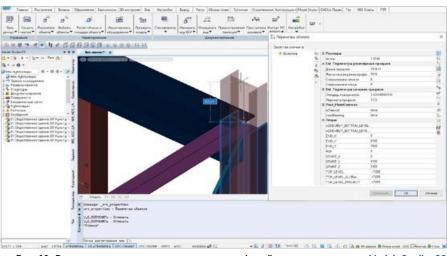


**:: Рис. 10.** Примеры сформированных чертежей и спецификаций

порта ВІМ-моделей любых производителей, что позволяет использовать её в международных проектах любой сложности (рис. 11). Реализована возможность импорта/экспорта IFC-файлов (включая версию 4.0), а также импорта файлов AVEVA, разработаны плагины для Autodesk Revit, Autodesk Inventor, Autodesk Navisworks для прямой публикации данных в центральную базу данных <u>CADLib</u>.



:: Рис. 11. 3D-модель металлического каркаса в ПК <u>CADLib «Модель и Архив»</u> может быть использована в проекте любой сложности



:: Рис. 12. Редактирование импортированных профилей металлопроката в Model Studio CS «Строительные решения»

Пользователь может выбрать необходимые правила из подсистемы проверки модели на коллизии или создать собственные. Затем алгоритмы проверки анализируют модель на выполнение соответствующих условий. В случае выявления нарушений на модели выводятся сигнальные значки-объекты — собственно, коллизии.

## Экспорт/импорт данных в формат IFC для взаимодействия с программными BIM-комплексами и прохождения экспертиз

При поддержке Российского фонда развития информационных технологий (РФРИТ) реализован интерфейс по экспорту/импорту 3D-моделей в формат IFC. Новый функционал позволяет обмениваться графической и текстовой информацией на основе технологии Building Information Modeling (BIM) между различными производителями программного обеспечения в сфере архитектурного и технического проектирования и строительства, а также работать с версиями IFC2x3 и IFC4. Средства экспорта и импорта обеспечивают возможность осуществлять настройку и маппинг параметров информационной модели и классов IFC. Настраиваемый экспорт IFC4 позволяет обмениваться данными с МГЭ (Мосгосэкспертизой) и/или ЦГЭ (Ленгосэкспертизой) на основе спецификаций IFC4. В СУИД CADLib «Модель и Архив» реализованы настройки извещения об изменениях, произведённых в сохранённых файлах IFC. Кроме того, предусмотрен инструмент для отслеживания модификаций, появляющихся при импорте IFC-файлов, в которых хранятся уникальные неизменяемые идентификаторы объектов.

Более того, при импорте IFC-файла из ПО Tekla металлические профили можно редактировать как металлические профили Model Studio CS «Строительные решения»: задавать параметры и изменять размеры с помощью «ручек», получать чертежи и т.д. (рис. 12).

Таким образом, программный комплекс Model Studio CS «Строительные решения» обладает широким спектром инструментов, позволяющих упростить проектирование, входит в отечественный реестр программного обеспечения, обеспечивает информационную безопасность и сокращение санкционных рисков за счёт возможности импортозамещения без потери функциональности в рамках решаемых инженерных задач. Программа динамично развивается с учётом изменяющихся государственных норм и стандартов, а также пожеланий пользователей. •

## 

## Конфигурируемые системы управления <u>WILO</u> и цифровой подход к подбору

К функционалу современной системы автоматизации насосного агрегата относятся не только управление, включающее в себя запуск, остановку, ротацию, регулирование производительности и сигнализацию, но и защита двигателя и гидравлики по показаниям встроенных датчиков. Также требуется возможность построения графиков контролируемых величин, ведение журналов текущих событий и аварий, визуализация текущего состояния насосного агрегата и расширенные возможности по диспетчеризации...

**Автор:** Максим ГОЛОВ, ведущий инженер по продвижению продукта <u>000 «ВИЛО РУС»</u>

Внедрение современных систем управления насосными агрегатами позволяет решать следующие задачи:

- □ повышать стабильность и надёжность функционирования оборудования за счёт увеличения точности регулирования, измерения технологических параметров, а также исключения пресловутого «человеческого фактора»;
- □ оптимизировать производственный процесс с целью сокращения издержек;
- поднимать информативность благодаря передаче расширенных сведений в системы управления производством для последующего анализа и обработки;
- обеспечивать возможность расширения системы управления с последующим проведением комплексной автоматизации.

К функционалу современной системы автоматизации насосного агрегата (фото 1) относятся не только управление, включающее в себя запуск, остановку, ротацию, регулирование производительности и сигнализацию, но и защита двигателя и гидравлики по показаниям встроенных датчиков. Также требуется возможность построения графиков контролируемых величин, ведение журналов текущих событий и аварий, визуализация текущего состояния насосного агрегата и расширенные возможности по диспетчеризации. Управление должно происходить в автоматическом режиме без участия человека.

Данным требованиям полностью соответствует продукт компании <u>WILO</u> — система управления <u>Wilo-AMP</u>. Это линейка проектных систем управления с расширенным функционалом российского производства. Она предназначена для



**Фото 1.** Современная система автоматизации насосного агрегата

К функционалу современной системы автоматизации насосного агрегата относятся не только управление, включающее в себя запуск, остановку, ротацию, регулирование производительности и сигнализацию, но и защита двигателя и гидравлики по показаниям встроенных датчиков

автоматизации насосных станций систем водоснабжения, водоотведения, повышения давления и циркуляции с мощностью единичного насосного агрегата до 630 кВт, напряжением 400/690 В, 50/60 Гц.

Wilo-AMP имеют различную конструкцию в зависимости от числа насосов, типов коммутации, подключаемых датчиков и дополнительного оборудования. Многообразие компоновочных решений позволяет наиболее полно адаптировать систему под нужды заказчика. Система управления состоит из шкафа управления (совмещены силовая часть и компоненты управления) и дополнительных силовых шкафов, выполнена по модульному принципу, что позволяет при необходимости производить поэтапное расширение системы управления — возможно увеличение количества контролируемых насосов в составе станции.



**:: Фото 2.** Шкаф управления системы автоматизации насосного агрегата Wilo-AMP

Шкаф управления (фото 2) содержит инструменты для настройки рабочих режимов станции. Программируемый контроллер осуществляет управление насосной станцией в автоматическом режиме в соответствии с конкретным алгоритмом — индивидуальным по техническому заданию заказчика или стандартным, когда при недостаточной/избыточной подаче в зависимости от нагрузки пиковые насосы включаются или отключаются автоматически, причём последний подключившийся осуществляет точное поддержание заданного значения, регулируя подачу основного насоса.



\*\* Фото 3. Система автоматизации насосного агрегата с комбинированным типом пуска

При помощи панели оператора, расположенной на шкафу управления, задаются параметры регулирования станции, отображаются аварийные сообщения и прочая технологическая информация. Система управления может изготавливаться как с отдельным навесным шкафом управления, так и в компактном варианте, встроенном в силовой шкаф. В нём располагаются один или несколько силовых модулей управления насосом в различных исполнениях: прямой пуск, пуск по схемам «звезда» и «треугольник», преобразователь частоты, устройство плавного пуска, а также их комбинации (фото 3).

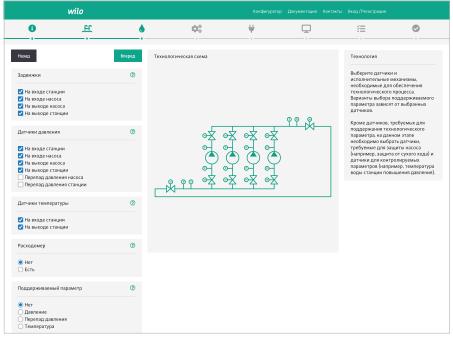
В секционном исполнении секции соединяются между собой кабелями, которые поставляются в комплекте с системой. При необходимости произвести интеграцию в уже имеющуюся АСУ возможно исполнение без шкафа управления.

Инженеры компании WILO. ocновываясь на многолетнем опыте проектирования и внедрения систем управления насосными агрегатами, выявили необходимость систематизации исходных данных для сокращения времени обработки запросов

Подбор автоматизированной системы управления насосного агрегата — это комплекс действий, который начинается с разработки технического задания на основе данных технологического процесса и имеющихся требований. Собранные данные затем передаются конкретным



:: Фото 4. Стартовая страница конфигуратора



**:: Фото 5.** Интерфейс конфигуратора

специалистам, ответственным за подбор системы управления для разработки технического решения.

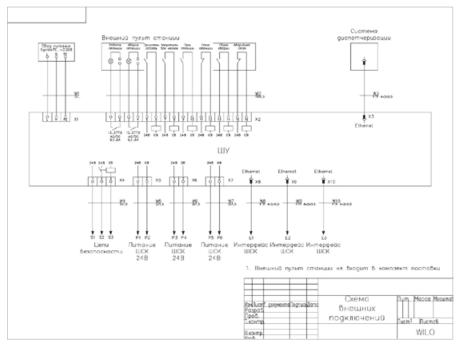
Инженеры компании WILO, основываясь на многолетнем опыте проектирования и внедрения систем управления насосными агрегатами, выявили необходимость систематизации исходных данных для сокращения времени обработки запросов на системы автоматизации.

В результате было разработано интерактивное приложение, которое позволяет из введённых технических параметров получить технико-коммерческое предложение на систему управления Wilo-AMP.

Приложение имеет удобный веб-интерфейс (фото 4), доступно клиентам в любое время в любой точке мира на сайте wilo.ru в разделе «Решения». Разработчиками были выделены шесть обязательных этапов подбора, каждый из которых требует выбора определённых опций и характеристик (фото 5).

В приложении <u>Wilo-AMP</u> всё взаимосвязано, и каждая дальнейшая опция следует из сделанного ранее выбора:

- 1. Тип станции. От области применения насосной станции прямым образом зависит набор возможных комплектных датчиков. Так, например, в насосных станциях для циркуляции не применяются датчики уровня воды в резервуаре.
- 2. Технология. Для обеспечения технологического процесса требуется выбрать исполнительные механизмы. Варианты поддерживаемого параметра зависят от выбранных датчиков. Кроме требуемых для поддержания технологического параметра, на этом этапе необходимо выбрать датчики для защиты насоса (например, от «сухого хода») и датчики для дополнительно контролируемых параметров.
- 3. Параметры исполнительных механизмов. Выбор датчиков защиты двигателей и насосов, а также вариантов управления исполнительными механизмами влияет на компоновочные решения и алгоритм работы станции.
- **4.** Конфигурация силовой части определяет схему пуска насосов и, в свою очередь, зависит от номинального тока двигателей насосов.
- 5. Конфигурация шкафов. Модульная концепция системы управления допускает не только возможность выбора оптимального компоновочного решения для конкретного проекта, но и позволяет корректировать степень защиты оболочки и климатическое исполнение системы.
- **6.** Опциональное наполнение в разрезе протоколов и интерфейсов диспетчеризации, дополнительных конфигурируемых входов/выходов.



:: Фото 6. Схема внешних подключений

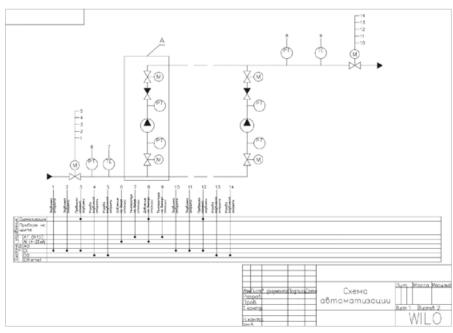
Результатом работы в приложении является технико-коммерческое предложение, включающее в себя набор схем, чертежей (в соответствии со стандартами проектирования) и документов:

- 1. Технико-коммерческое описание системы управления сдержит как описание основных функций предлагаемой системы, так и характеристики решения.
- 2. Электрическая однолинейная схема документ, в котором в упрощённом виде показаны основные потребители с указанием их характеристик и параметров.
- **3.** Схема внешних подключений (фото 6), где обозначены места электроподключения потребителей.

- **4.** Схема автоматизации (фото 7), дающая представление об оснащении насосной станции приборами и средствами автоматизации.
- **5.** Габаритные чертежи для возможности корректного выбора мест установки.

В приложении Wilo-AMP для обеспечения технологического процесса требуется выбрать исполнительные механизмы. Варианты поддерживаемого параметра зависят от выбранных датчиков. Кроме этого, на данном этапе необходимо выбрать датчики для защиты насоса и для дополнительно контролируемых параметров

Таким образом, компания WILO идёт в ногу со временем и поддерживает современные тренды по автоматизации систем управления насосными агрегатами. Подбор и проектирование трансформируются в цифровой вид, переходят в онлайн-режим, что позволяет оптимизировать рабочий процесс и коммуникацию, а также повысить продуктивность и клиентскую удовлетворённость. Производимые современные системы управления, работая в полностью автоматическом режиме, увеличивают эффективность технологического процесса, безопасность, экономичность, а главное — создают фундамент для комплексной цифровизации производственных и бизнес-процессов на предприятии.



**:: Фото 7.** Схема автоматизации



## Информационное моделирование зданий Building Information Modelling, BIM

Как ведущий производитель оборудования для зданий и сооружений, а также как разработчик передовых решений в сфере водного хозяйства, мы предлагаем актуальные модели ВІМ для поддержки клиентов при проектировании.

ВІМ — цифровой метод работы с проектом, целью которого является оптимизация сроков и стоимости реализации проектов любого масштаба. Компания WILO предлагает адаптированные в соответствии с российскими стандартами ВІМ-модели оборудования для различных областей применения: циркуляционных систем, водоснабжения и пожаротушения, а также водоотведения.

Пользуйтесь преимуществами решений WILO на всех этапах своего проекта прямо сейчас!







# Что такое рН воды и каково его влияние на коррозионные процессы?

В статье описывается физический и математический смысл значения рН воды, приводятся условия протекания коррозионных процессов с водородной деполяризацией, а также предлагается гипотеза о причинах самочионизации воды.

**Автор:** <u>И. А. ТИХОНОВ</u>, директор по развитию 000 «Сарфильтр» (г. Саратов)

Молекула вода состоит из двух ионов — катиона водорода  $[H^+]$  и аниона гидроксида  $[OH^-]$ , которые при нормальных условиях образуют молекулы воды

 ${
m H^+ + OH^- = H_2O},$  которые притягиваются друг к другу, образуя жидкую воду. При этом известно, что вода обладает свойством самоионизации (автопротолиз). Это означает, что вода содержит не только непосредственно молекулы воды, но и катионы водорода, и анионы гидроксида в ионизированном (заряжённом, не компенсированном) состоянии, которые возникли в результате самоионизации.

В одном литре воды концентрация ионов водорода и гидроксида крайне мала. Известно, что вода, полностью очищенная от ионов, обладает крайне малой электропроводностью — 0,055 мкСм/см. Сколько бы вы не удаляли ионов из воды, добиться значения электропроводности ниже указанной величины не получится. Это говорит о том, что в воде происходит процесс самоионизации, и даже после удаления всех катионов и анионов часть молекул воды снова диссоциирует с образованием катиона водорода и аниона гидроксида. Возможно, это связано с влиянием на воду некого постоянного электромагнитного поля, равномерно заполняющего всё окружающее пространство. По крайней мере, это могло бы объяснить, почему происходит самоионизация дипольных жидкостей. По поводу природы возможного постоянного электромагнитного поля, равномерно заполняющего всё пространство, автором этой статьи написана книга [1].

Давайте рассчитаем, сколько ионов водорода и гидроксида образуется в воде. Константа диссоциации воды равна  $K_{\rm B}=1,8\times10^{-16}$  моль/л при 25 °C. Она говорит о том, какая доля молекул воды будет подвержена ионизации или в данном случае диссоциации. То есть:

$$K_{\rm B} = [{\rm H}^+] \times [{\rm OH}^-] / [{\rm H}_2{\rm O}]$$
 или  $K_{\rm B} \times [{\rm H}_2{\rm O}] = [{\rm H}^+] \times [{\rm OH}^-].$ 

Рассчитаем, сколько молей воды содержится в одном литре воды. Молярная масса воды равна 18 г/моль. Соответственно, 1000 (грамм воды/один литр) / 18 (грамм/моль) = 55,56 моль/л. Получаем, что концентрация [ $H_2O$ ] составляет 55,56 моль/л. Таким образом,

$$1,8 \times 10^{-16} \times 55,56 = [H^+] \times [OH^-]$$
 или  $10^{-14} = [H^+] \times [OH^-]$ .

Если предположить, что вода полностью избавлена от посторонних ионов, то она самоионизируется с образованием одинакового количества ионов водорода и гидроксида. Произведение мольных концентраций этих ионов равно  $10^{-14}$ .

Соответственно, концентрация как ионов водорода, так и ионов гидроксида равна  $10^{-7}$ . Из этого условия вытекает математический смысл значения рН воды. Значение рН — это показатель степени в мольной концентрации ионов водорода в одном литре воды, взятый без минуса, при условии выражения концентрации в виде  $10^{-n}$ . Или — отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода:

$$pH = -lg([H^+]),$$
  
 $pH = -lg(10^{-7}) = 7,0.$ 

Если в воде содержится  $10^{-7}$  моль/л катионов водорода и  $10^{-7}$  моль/л анионов гидроксида, то удельная электропроводность такой воды будет равна 0.055 мкСм/см.

В воде происходит процесс самоионизации, и даже после удаления всех катионов и анионов часть молекул воды снова диссоциирует с образованием катиона водорода и аниона гидроксида

Эквивалентная электропроводность водорода при бесконечном разбавлении равна 349,8, а гидроксида — равна 198,3. Получаем:

$$10^{-7} \times 349.8 + 10^{-7} \times 198.3 =$$

= 0,05481 мкСм/см,

что подтверждает правильность величины константы диссоциации воды.

Произведение концентраций водорода и гидроксида постоянно. То есть, если в воде увеличивается концентрация ионов водорода, то пропорционально уменьшается концентрация ионов гидроксида. К примеру, если в воду добавить кислоту и получить рН, равный единице, то это будет означать, что концентрация ионов водорода в литре воды равна  $10^{-1}$  моль/л, а концентрация гидроксида, соответственно, будет равна  $10^{-13}$  моль/л, поскольку  $10^{-1} \times 10^{-13} = 10^{-14}$ . Получаем достаточно большую концентрацию катионов водорода  $(10^{-1} = 0.1 \text{ моль/л})$ и чрезвычайно малую концентрацию анионов гидроксида (0,001 наномоль/л). Если в воду добавить щёлочь, то всё произойдёт с точностью наоборот. Будет наблюдаться малая концентрация водорода и большая — гидроксида.

Процесс измерения рН в воде организован следующим образом. Для этого используются ионоселективные электроды и электроды сравнения или «нуля». В данном измерении используются водородселективные электроды. Ионоселективный электрод выполнен из специального стекла и заполнен 0,1 н соляной кислотой.

Между ионами водорода соляной кислоты и ионами водорода анализируемой пробы возникает потенциал в случае их различной концентрации, который через электрод сравнения фиксируется на потенциометре. Величина этого потенциала и есть значение рН.

Получается, что в воде всё время присутствуют катионы водорода, даже при рН, близких к 14. Катионы водорода являются причиной коррозии металла с водородной деполяризацией. Следовательно, даже при значениях, близких к рН = 14, может протекать водородная коррозия. Однако на практике коррозионные процессы практически прекращаются при значениях рН более 8,3, хотя в воде присутствуют ионизированные катионы водорода. Вероятно, можно предположить следующее: если в воде наблюдается преобладание гидроксида над водородом, то коррозионные процессы с водородной деполяризацией не происходят. Можно сказать, что весь водород связан гидроксидом и при обычных условиях не возникает движущая сила процесса коррозии или она крайне мала. Потому что нарушение соотношения «водород/гидроксид» в воде в пользу одного или другого компонента тоже требует определённой движущей силы, которая, вероятно, уравновешивает движущую силу процесса коррозии с водородной деполяризацией. Но, как только в воде появляется водород, не связанный гидроксидом, то есть рН воды падает ниже 7,0, то сразу начинают наблюдаться коррозионные процессы. Чем ниже рН, тем выше скорость коррозии, потому что в воде появляется больше «свободного» водорода.

Тем не менее, для практически любой воды значение pH = 7,0 не является границей, выше которой коррозионные процессы с водородом перестают протекать. Дело в том, что любая вода содержит в себе карбонатную буферную систему. Эта система позволяет какое-то время оставаться воде в приемлемом для органических соединений диапазоне значений pH от 4,5 до 8,5. Это своего рода механизм защиты органической жизни.

Карбонатный буфер в воде образуется по следующему механизму. В исходно чистую воду попадает углекислый газ. Углекислый газ реагирует с молекулами воды, образуя углекислоту:

 $CO_2 + H_2O = H_2CO_3 = H^+ + HCO_3^-$ , которая, в свою очередь, диссоциирует на катион водорода и анион бикарбоната  $HCO_3^-$ . Бикарбонат — это анион, который образовался от связывания  $CO_2$  и OH ( $HCO_3 = CO_2 + OH$ ). Получается, что при контакте углекислого газа с водой

образуется «свободный» катион водорода и «связанный» анион гидроксида, который связывается углекислотой в бикарбонат анион. За счёт этого рН воды падает и начинается водородная коррозия. Данная кислотная вода начинает вступать в реакцию с карбонатами:

 $CaCO_3 + H_2CO_3 = Ca(HCO_3)_2$ .

ей практически прекращаются. В любом случае они уже не вызывают повреждения оборудования и трубопроводов.

Получается интересная ситуация. К примеру, для природной воды с карбонатной буферной системой значение рH, равное 7,4, будет означать, что в воде содержится катионов водорода  $10^{-7,4}$  моль/л,



Данная реакция обратима. Если углекислоты больше, чем карбоната кальция, то весь карбонат кальция растворяется и переходит в растворённую форму бикарбоната кальция. При этом остаток углекислоты продолжает обеспечивать протекание водородной коррозии. Но, что интересно, значение рН такой воды может быть выше 7,0, хотя формально в воде должно присутствовать больше гидроксида, чем водорода, и поэтому водород должен быть весь связан и протекание коррозии должно прекратиться. Действительно, коррозия почти прекращается от значения рН более 8,3. Но при значении рН, например, 7,2, для воды с карбонатной буферной системой будет наблюдаться довольно активная водородная коррозия.

Вероятно, здесь можно сделать вывод, что гидроксид, связанный в бикарбонат от процесса растворения углекислоты в воде, фиксируется в воде одновременно как часть ионного произведения воды  $([H^+] \times [OH^-])$ . То есть данный гидроксид участвует в формировании значения рН воды, при этом находясь в состоянии бикарбонат иона. Потому что, если из воды начать активно удалять углекислоту, то рН воды вырастет автоматически. Значит, связь свободного катиона водорода, образованного от растворения углекислого газа и гидроксида, связанного в этом же процессе в бикарбонат, также остаётся частью ионного произведения воды. Только при значении рН = 8,37 вся углекислота выделяется или связывается в воде и начинает появляться свободный гидроксид ОН⁻. При этих условиях коррозионные процессы с водородной деполяризациа гидроксида —  $10^{-6.6}$  моль/л. То есть гидроксида больше, чем водорода. Но водородная коррозия в такой воде продолжает протекать и прекращается только при рН = 8,37. Получается, что свободный водород переходит в связанный (его становится столько же или меньше гидроксида в ионном произведении воды), когда он достигает концентрации  $10^{-8.37}$  моль/л.

При этом концентрация гидроксида будет равна  $10^{-14}/10^{-8,37} = 10^{-5,63}$  моль/л (или рОН = 5,63).

Вода с карбонатной буферной системой (то есть любая природная вода) своего рода «запасает» свой щелочной компонент [ОН<sup>-</sup>], продолжая проявлять слабые кислотные свойства при рН более 7,0, но только до 8,37. Карбонатная буферная система позволяет избежать резкого закисления воды при неблагоприятных внешних условиях.

На основании данных рассуждений возможно сделать предположение, что нейтральной природную воду следует считать, основываясь не только на величине её рН, но прежде всего на индексе насыщения воды (индекс Ланжелье). К примеру, значение рН нейтральной воды полноводных рек будет находиться в диапазоне от 7,4 до 7,9. Если уменьшить рН такой воды до 7,0, то она будет довольно коррозионно-агрессивная. Для теплоэнергетических целей значение рН однозначно должно находиться выше 8,3, что автоматически требует умягчения воды для предотвращения выпадения карбоната кальция в осадок.

<sup>1.</sup> Тихонов И.А. Теория безмассового взаимодействия. — М.: Издательские решения, 2022. 150 с.





# Требования к квартирным гидроредукторам и их конструкции по <u>ГОСТ Р 55023</u>

Активное строительство высотных зданий диктует необходимость создания гидроредукторов с принципиально новыми характеристиками. Отечественная и зарубежная промышленность в последнее время выпускает в больших объёмах как будто бы квартирные гидроредукторы. Однако их стендовые и эксплуатационные испытания показывают, что ни один из них не может выполнять необходимые функции. В статье излагаются основные идеи конструктивного характера, которые позволят создать настоящий квартирный гидроредуктор, соответствующий требованиям ГОСТ Р 55023-2012 «Арматура трубопроводная. Регуляторы давления квартирные. Общие технические условия» [1].

**Автор:** <u>Ю.И.ЧУПРАКОВ</u>, к.т.н.

Главным показателем, который определяет принадлежность любого гидроредуктора давления к квартирным, является независимость величины его редуцируемого давления от расхода воды через это устройство. При этом следует учитывать, что в квартире к выходной магистрали гидроредуктора может быть подсоединено не одно, а несколько водоразборных устройств. Например, водоразборный кран умывальника, ванны, мойки, стиральной и посудомоечной машин, а также наполнительный клапан унитаза. Это по холодной воде. К гидроредуктору на горячей воде возможно подсоединение меньшего количества водоразборной арматуры, в основном это умывальник, мойка, душевой смеситель и биде. Редко, но к гидроредуктору на горячей воде могут подсоединяться также посудомоечная и стиральная машины.

Независимость редукционного давления от расхода квартирного редуктора давления воды в быту можно определить без каких-либо приборов. Для этого сначала нужно открыть смеситель в ванной, настроив расход из душевой лейки на определённую величину. При этом следует настроить и желательную температуру воды, определив её «вручную» — просто подставив руку под струю воды. После этого необходимо открыть кран холодной воды на кухне и снова рукой опре-

делить температуру воды из лейки душа в ванной. Если температура воды не изменилась, то гидроредуктор точно квартирный, а если изменилась, то это просто бытовой гидроредуктор, способный лишь понижать давление воды.

Независимость от расхода воды — важнейшее свойство квартирного гидроредуктора. В противном случае, то есть с обычным бытовым гидроредуктором, если в квартире под тёплым душем стоит один из потребителей воды, а другой на кухне будет наполнять чайник холодной водой, то ожоги тела моющемуся человеку гарантированы.

Важнейшей характеристикой квартирного гидроредуктора является независимость выходного давления от расхода воды через устройство. В этом состоит назначение гидроредуктора

Каждое водоразборное устройство потребляет определённый расчётный расход, суммарная величина которого должна быть не менее 0,5 л/с. Поэтому номинальное значение диаметров каналов, по которым протекает вода в квартирном гидроредукторе, должно быть не менее 15 мм. Допускается также и 20 мм.



В паспортах практически всех продающихся гидроредукторов записано, что их максимальная пропускная способность составляет 0,5 л/с. Однако здесь есть элемент скрытого обмана покупателя. Максимальная пропускная способность действительно равна 0,5 л/с, но при таких расходах редуцируемое давление падает наполовину, чего не должно быть у квартирных регуляторов давления. Это всё результат миниатюризации редукторов давления с целью уменьшения металлоёмкости изделия и, следовательно, его стоимости. Однако нельзя экономить в ущерб основным техническим показателям.

Обследование существующих гидроредукторов, которые производители называют «квартирными», показывает, что номинальное значение диаметра внутренних каналов в них не соблюдается. Например, шаровые краны в них используются с диаметром 10 мм. Излишне зажаты и внутренние каналы существующих сейчас гидроредукторов. Поэтому и линейность их регулировочных характеристик далека от желаемой, особенно в области увеличенных расходов.

Следует отметить, что встраивание шарового запорного крана в квартирный гидроредуктор должно быть запрещено. Дело в том, что запорный кран на вводе воды в квартиру является ответственностью управляющей компании. Она его устанавливает и полностью отвечает за качество его работы. Квартирный же гидроредуктор является устройством, иногда требующим ремонта. Поэтому для ремонта его иногда необходимо демонтировать, а для этого приходится отключать весь стояк, так как запорный кран находится в корпусе гидроредуктора.

Переход от гидроредукторов поршневого типа к мембранным также породил массу проблем. Учитывая, что гидроредукторы, по сути, являются следящими системами с непредсказуемыми входными параметрами, то они, естественно, склонны к автоколебаниям. В поршневых гидроредукторах эта проблема решается автоматически за счёт контактного трения его уплотнительных элементов. Поэтому они редко входят в режим автоколебаний, да и то после очень серьёзного износа уплотнений. Однако для износа резиновых уплотнительных колец в гидроредукторах созданы практически «идеальные» условия. Корпус гидроредуктора выполняется из обычной латуни, и на поверхности контакта с резиновым уплотнением вымывается цинк, оголяя медную основу. Далее образующаяся острая кромка царапает резину, утончая резиновое кольцо. Натяг уплотнения уменьшается, уменьшается и сила контактного трения уплотнительного узла. Примерно через полгода работы некоторые (как бы квартирные) гидроредукторы начинают гудеть, то есть входить в режим автоколебаний.

Контактное трение уплотнений делает регулировочную характеристику неприемлемой для квартирных гидроредукторов. В ней появляется гистерезисная зависимость редуцируемого давления от объёмного расхода воды при разнонаправленном изменении этого расхода. Из-за желания отказаться от такой зависимости в регулировочной характеристике гидроредуктора промышленность стала переходить на производство устройств мембранного типа и сразу же столкнулась с двумя новыми неприятными явлениями.

чтобы эффективная площадь превышала площадь сечения сопла не менее чем в 25 раз. Это в том числе позволит при относительно острой рабочей кромке седла обеспечить герметичность запорно-регулирующего органа в безрасходном режиме работы квартирного гидроредуктора, чем обладает не каждое такое устройство. Также это способствует выпрямлению регулировочной характеристики во всём диапазоне изменения расхода, особенно на его максимуме. В идеале регулировочная характеристика должна иметь вид горизонтальной прямой во всём рабочем диапазоне расхода (от 0,05 до 0,5  $\pi$ /c). Кроме того, увеличенный диаметр диафрагмы позволяет изготавливать гидроредукторы давления воды с заводской



## Первая неприятность

Практика показала, что армирование эластичных мембран какой-либо тканью является ошибочным и ненужным решением. Это было сделано для недопущения разрыва мембраны при повышенных перепадах давления, однако армированные мембраны всё равно часто разрушаются. Поэтому, поскольку других решений предложено не было, решено было ввести в конструкцию мембранного гидроредуктора устройство, предотвращающее затопление помещения в случае прорыва мембраны. Полость под крышкой гидроредуктора, где размещена его силовая пружина, была сделана замкнутой, то есть загерметизирована. Однако это допустимо в случаях, когда площадь диафрагмы мало отличается от площади проходного сечения седла, например, в пять-восемь раз (сейчас почти все гидроредукторы выполняются с такими соотношениями).

Для того чтобы изменение подводимого к гидроредуктору давления воды не влияло бы на величину редуцируемого давления, диафрагму необходимо выполнить как можно большего диаметра, настройкой. Отсюда отпадает надобность в изготовлении сложного и очень капризного узла для подстройки редуцируемого давления на каждом этаже. В современных гидроредукторах при увеличенных расходах редуцируемое давление может упасть на 50% от необходимого, что для квартирного устройства недопустимо.

## Вторая неприятность

Если в поршневых гидроредукторах проблемы с автоколебаниями их подвижных частей решались автоматически за счёт сил контактного трения, создаваемых уплотнительными элементами (их бывает до четырёх штук), то в устройствах мембранного типа таких сил не должно быть, поскольку они плохо влияют на статические характеристики, искажая, например, регулировочную характеристику.

Как эту проблему в настоящее время решают производители гидроредукторов давления воды? Наиболее простое решение — оставить хотя бы одно эластичное уплотнение на штоке, жёстко связывающим мембрану и люльку уплотнительной прокладки. Однако одно уплотнение

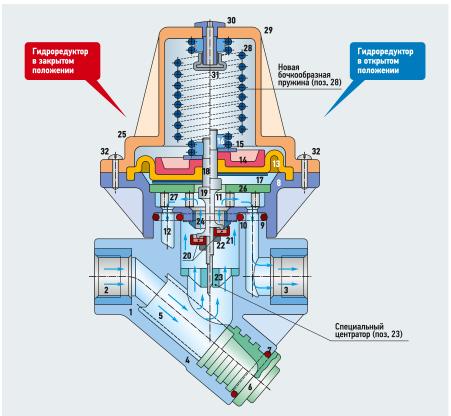
может быстро истереться или деформироваться, тогда трение уплотнительного узла уменьшится, и гидроредуктор войдёт в режим автоколебаний. Это уже не раз возникало в домах-новостройках.

Чтобы уменьшить интенсивный износ резиновых уплотнительных колец, специалисты стали устанавливать между стенкой цилиндра и резиновым кольцом кольцеобразные прокладки из фторопласта. Однако сила контактного трения, спасающая от автоколебаний, при этом не изменилась. В результате осталась и петля гистерезиса в регулировочной характеристике, которой не должно быть в настоящем квартирном гидроредукторе.

Наконец, подумали и об установке гидродемпфера. Он стал выполняться в виде миниатюрного поршня с предельно маленьким зазором относительно цилиндра с жиклёром в теле поршня. Однако и это не решило проблему. Опыт показал, что со временем жиклёр и зазор между поршнем и втулкой постепенно засорялся отложениями солей и механическими частицами, всегда присутствующими в воде. Автор настоящей работы в конце концов решил эту проблему. Об этом будет рассказано ниже в процессе рассмотрения конструкции предлагаемого квартирного редуктора, который сейчас так необходим строителям высотных зданий.

На практике изготовление качественного квартирного редуктора давления воды с заданными характеристиками из металла требует существенного увеличения его габаритов из-за приведения его внутренних каналов до нормальных значений их проходного сечения

Конструктивная схема нового квартирного редуктора давления воды приведена на рис. 1. Его вторичные конструктивные особенности заключаются в том. что практически все его детали и элементы выполнены из пластмассы. Из металла выполнены только детали, подверженные нагрузкам, которые простые пластмассы выдержать не могут. Выбор пластмасс для изготовления нового квартирного гидроредуктора можно объяснить исключительно снижением себестоимости устройства. Как показывает практика, изготовление качественного квартирного редуктора давления воды с заданными характеристиками из металла требует существенного увеличения его габаритов из-за приведения его внутренних каналов



\*\* Рис. 1. Конструктивная схема нового квартирного редуктора давления воды марки КРДВ-15/16 [1 — нижний корпус; 2 и 3 — латунные втулки; 4 — корпус фильтроэлемента; 5 — фильтроэлемент; 6 — заглушка; 7 — эластичное уплотнительное кольцо; 8 — верхний корпус; 9 и 10 — эластичные кольца круглого сечения; 11 — полость; 12 — кольцевая проточка; 13 — диафрагма (мембрана); 14 — опорный диск; 15 — тонкостенный диск из нержавеющей стали; 16 — гайка; 17 — опорный диск; 18 и 19 — цилиндрические штоки; 20 — прокладка; 21 — люлька; 22 — гайка; 23 — центратор; 24 — седло; 25 — крышка; 26 — опорный диск; 27 — столбики; 28 — цилиндрическая «бочкообразная» пружина со специальной навивкой; 29 — гайка; 30 — корпус сапуна; 31 — узел, совмещающий в себе сапун и обратный клапан; 32 — шуруп]

до нормальных значений их проходного сечения, что приводит к значительному увеличению цены прибора.

Нижний корпус 1 гидроредуктора для увеличения его поперечной жёсткости имеет закладные детали — латунные втулки 2 и 3. У корпуса 1 имеется также элемент 4, в котором размещается фильтроэлемент 5, выполненный в форме цилиндра с множеством фильтрующих воду отверстий. Он выполняется из нержавеющей стали. Заглушка 6 выполняется из пластмассы. Она имеет внутреннюю полость для увеличения грязеёмкости фильтрующего элемента 5. Цифрой 7 обозначено эластичное уплотнительное кольцо.

Верхний корпус 8 также выполнен из пластмассы. Уплотнение каналов между нижним 1 и верхним корпусом 8 осуществляется с помощью эластичных колец круглого сечения 9 и 10.

Верхний и нижний корпус стягиваются четырьмя болтами с гайками (на рисунке не показаны). Такая сборка позволяет в случае необходимости ремонта обеспечить доступ к соответствующим деталям. Кроме того, эта конструкция позволяет

осуществить ряд принципиальных задач по обеспечению качественных показателей нового квартирного редуктора давления воды. В частности, решить проблему целостности диафрагмы 13. Здесь она выполнена из утолщённого термопластичного каучука, имеет более высокий гофр, и у неё отсутствует армирующая ткань, которая и является первопричиной разрушения армированных диафрагм. Кстати, у нас в стране есть опыт массового применения неармированных диафрагм, ни одна из которых так и не разрушилась. Так что необходимость армирования диафрагм для предохранения их от разрушения — всего лишь легенда.

Возвращаясь к диафрагме для нового гидроредуктора, следует отметить, что от раздутия вертикальные поверхности гофра защищены наружным цилиндрическим выступом опорного диска 14 и соответствующей вертикальной цилиндрической внутренней поверхностью крышки 25. От осевого раздутия верхняя поверхность гофра диафрагмы защищена соответствующей внутренней плоской поверхностью крышки 25.



На шток 18 насаживается опорный диск 17, выполненный из тонкостенной нержавеющей стали, а затем на шток 18 насаживается диафрагма 13, которая через пластмассовый опорный диск 14 и тонкостенный диск 15, выполненный из нержавеющей стали, фиксируется гайкой 16 (её можно выполнить из латуни).

Нижняя часть штока 18 переходит в цилиндр 19 увеличенного диаметра, позволяющего опорному диску 17 без перекосов лечь на верхний бурт цилиндра 19. Ниже этот цилиндр через галтель переходит в диск небольшой толщины с кольцевой отбортовкой на его нижней поверхности. Из нижней части этого диска выходит резьбовой стержень, который ещё ниже переходит в гладкий сравнительно тонкий стержень.

Уплотняющая прокладка 20 насаживается на резьбовой стержень штока 18, прижимается люлькой 21 и фиксируется гайкой 22. Такая конструкция крепления уплотняющей прокладки своей простотой изготовления отличается в лучшую сторону по сравнению с креплением прокладки в люльке методом вулканизации. Это, естественно, обеспечивает и облегчает решение проблемы ремонтопригодности квартирного гидроредуктора. Особенно если учесть, что квартирный гидроредуктор должен работать не менее 50 лет. Именно такая задача ставилась при проектировании этого нового квартирного редуктора давления воды.

Седло 24 запорно-регулирующего клапана квартирного редуктора давления изготавливается из нержавеющей стали и запрессовывается в центральное отверстие верхнего корпуса 8. Это выгодно отличает его от других конструкций сёдел. Например, латунные седла подвержены разрушению за счёт кавитационных процессов, которые постоянно идут в гидроредукторах из-за больших скоростей воды в их запорно-регулирующих органах.

В последнее время в редукторах давления воды появились принципиально новые запорно-регулирующие органы. Условное седло в них представляет кольцеобразную проточку в пластмассовой втулке. Через её отверстие сверху проходит металлический конусообразный корпус клапана, а в его кольцевой проточке на конусной поверхности устанавливается с натягом эластичное кольцо прямоугольного сечения. Когда конус втягивается в отверстие пластмассовой втулки, эластичное кольцо начинает запирать рабочее окно. Такая конструкция, к сожалению, приводит к появлению существенной по величине петли гистерезиса вследствие упругости эластичного кольца, что в квартирном гидроредукторе недопустимо.

Выбор запорно-регулирующего органа с направлением течения воды внутрь сопла является предпочтительным, так как в безрасходном режиме работы гидроредуктора повышение давления в напорной гидролинии не приводит к повышению давления в гидролинии после редуктора. Кроме того, при выборе такого направления течения существенно снижается шумность гидроредуктора



Вода под напором из фильтроэлемента 5 попадает в отверстия центратора 23 и далее в рабочий зазор между уплотнительной эластичной прокладкой 20 и рабочей кромкой седла 24. Центратор 23 служит для обеспечения концентриситета прокладки 20 и рабочих кромок седла 24.

Следует отметить, что конструкция узла крепления прокладки обеспечивает ремонтопригодность этого узла, так как прокладка — наиболее уязвимый элемент, который иногда требует замены. В гидроредукторах, в которых вода течёт во внутрь сопла, прокладка 20 обычно крепится к люльке 21 методом вулканизации.

Выбор запорно-регулирующего органа с направлением течения воды внутрь сопла является предпочтительным, так как в безрасходном режиме работы гидроредуктора повышение давления в напорной гидролинии не приводит к повышению давления в гидролинии после редуктора. Кроме того, при выборе такого направления течения существенно снижается шумность работы гидроредуктора по сравнению с распространёнными образцами данного устройства, в которых течение воды в зазоре между рабочей кромкой сопла и уплотняющей прокладкой направлено из сопла наружу. Этому есть разумное объяснение, и здесь оно не рассматривается потому, что это уже установленный экспериментально факт.

Далее будет рассмотрена конструктивная особенность нового гидроредуктора диафрагменного типа, узел демпфирования которого не создаёт сил сухого и контактного трения, не приводит к износу каких-либо поверхностей и не засоряется. Этот узел включает в себя диск 26 с центральным отверстием, через которое свободно проходит цилиндр 19 штока 18. Данный диск 26 жёстко закреплён в соответствующей проточке верхнего корпуса 8 и опирается на столбики 27 для предотвращения прогиба вниз под действием силы диафрагмы 13. Сила прижима к диску 26 определяется витой пружиной 28.

Теперь о новом способе демпфирования подвижной части квартирного редуктора. Вода из полости 11, в которую попадает вода из сопла 24, через отверстия в горизонтальной перемычке верхнего корпуса 8 направляется в кольцевую проточку 12, откуда поступает в отверстие закладной втулки 3. Одновременно вода попадает в полость под диафрагмой 13. Объём этой полости во время вертикального перемещения центра мембраны 13 меняется, поэтому вытекающая и притекающая вода, проходя мимо цилиндра 19, создаёт на жёстком центре демпфирующее усилие.

Такая конструкция демпфера может работать бесконечно долго, поскольку в ней исключена возможность как засорения, так и появления сил контактного трения, приводящих регулировочную характеристику к гистерезисному виду. Последнее, напомним, является ключевым недостатком почти всех существующих даже «квартирных» гидроредукторов.

Следует отметить и конструктивную особенность пружины 28. Она размещена под крышкой 25 и за счёт предварительного сжатия компенсирует усилие, создаваемое мембраной 13 под действием редуцируемого давления. Если они отличаются, то мембрана переместится в сторону меньшего усилия. Переместится и прокладка 20, прикрывая или открывая рабочее окно запорно-регулирующего органа гидроредуктора, тем самым обеспечивая постоянство редуцируемого давления.

Чтобы регулировочная характеристика была максимально пологой, нужно, чтобы пружина имела как можно меньшую жёсткость. Технологически это можно сделать за счёт увеличения диаметра пружины. Однако у витых цилиндрических пружин есть один недостаток, который особенно проявляется в таком устройстве, как рассматриваемый квартирный гидроредуктор. Из-за не очень удачной конструкции торцов витых цилиндрических пружин жёсткий центр диафрагмы перекашивается. В результате нижняя часть штока 19 отклоняется от оси, а люлька 21 с прокладкой 20 отклоняются от оси седла 24, что не очень хорошо.

Чтобы избавиться от этой напасти, можно ввести дополнительные механические детали, что существенно усложнит пружинный узел и увеличит стоимость гидроредуктора. Автор нашёл решение этой проблемы, изучая подвески некоторых автомобилей. Оказывается, существуют простые витые цилиндрические («бочкообразные») пружины со специальной навивкой. Такую пружину автор спроектировал для нового разрабатываемого редуктора, и её изготовили на специализированном предприятии. На рис. 1 она обозначена цифрой 28. Геометрия этой пружины несколько отличается от той, которая была обнаружена в рессорном механизме автомобиля, количеством опорных витков. Здесь их по два с каждого конца, и в данном случае усилие перекоса пружины 28, при всей её необыкновенной простоте, стало настолько незначительным, что гарантированное центрирование прокладки 20 без заметных сил контактного трения можно обеспечить за счёт установки центратора 23 из твёрдого пластика, поместив в его центральное



отверстие нижний конец штока 18. Фиксация пружины при размещении её в полости крышки 25 осуществляется свободной посадкой концов пружины на гайки 16 и 29. Крышка 25 имеет соответствующие ребра жёсткости и крепится к верхнему корпусу 8 с помощью шурупов 32.

Поскольку в рассматриваемой конструкции гидроредуктора принята диафрагма с эффективным диаметром, равным 62 мм, а также пружина имеет приличный диаметр (около 33 мм), то и объём воздуха под крышкой получается слишком большой, чтобы в случае герметизации этого объёма он не изменял бы

Следует констатировать, что существующие редукторы давления воды, претендующие на название «квартирных», по результатам экспериментального исследования образцов, имеющихся в продаже, имеют существенные недостатки, которых не должно быть в принципе

величину редуцируемого давления при изменении температуры воды и окружающей среды. Поэтому объём воздуха под крышкой было решено соединить с атмосферой. Для этого был разработан узел, совмещающий в себе сапун и обратный клапан. На рис. 1 он обозначен цифрой 31. Он надевается на корпус сапуна 30. В нормальной ситуации плоский клапан под центральным отверстием корпуса сапуна 30 не соприкасается с его нижним торцом и воздух из-под крышки свободно перемещается в атмосферу и обратно. В случае, если случится какая-либо протечка, вода заполнит объём под крышкой 25 и попытается вытечь через отверстие сапуна наружу. Однако плоский клапан под воздействием потока моментально закроется, и затопления помещения не произойдёт. Хотя автор считает, что разрыв неармированной мембраны исключается, он всё же установил обратный клапан 31. Это сделано для соблюдения требований ГОСТ Р 55023–2012 [1], которые действую в случае применения мембраны в качестве чувствительного элемента. В процессе обновления данного ГОСТ можно будет этот пункт переформулировать.

В завершение следует отметить, что, учитывая свой 25-летний опыт разработки квартирных редукторов давления, автор в настоящее время не обнаружил нормальных гидравлических редукторов, которые отвечали бы всем пунктам требований уже устаревающего ГОСТ Р 55023-2012 [1]. Ни один из существующих гидроредукторов давления воды не может быть назван «квартирным». Причём существующие редукторы давления воды, претендующие на название «квартирных», по результатам экспериментального исследования (тестирования образцов, имеющихся в продаже) имеют существенные недостатки, которых не должно быть в принципе. Причина этому — желание производителей сделать гидроредукторы миниатюрными и за счёт этого дешёвыми. Однако за всё это придётся «отдуваться» конечному потребителю.

Предлагаемый в настоящей работе квартирный редуктор давления воды является на данный отрезок времени единственным, характеристики и эксплуатационные показатели которого отвечают не только требованиям всех пунктов действующего ГОСТа, но даже и негласным требованиям потребителей.

ГОСТ Р 55023–2012. Арматура трубопроводная. Регуляторы давления квартирные. Общие технические условия / Дата введ.: 01.03.2013.

## HEAT & ELECTRO MACHINERY

Международная выставка оборудования для промышленности и теплоэнергоснабжения гражданских объектов и предприятий различных отраслей

24-26.10.2023







**120** участников из России, Республики Беларусь, Киргизии, Ирана, Китая

**10** отраслевых мероприятий деловой программы



Забронируйте стенд на главной отраслевой выставке

machinery-fair.ru



# отопление и гвс

## И. Л. Прудников: «Совершенное регулирование и здоровая конкуренция важны для рынка систем отопления»

В рамках деловой программы выставки Aquatherm Moscow 2023 специалисты и представители регулирующих органов обсудили злободневные вопросы обеспечения здоровой конкуренции и регулирования рынка. Тогда были обозначены проблемы и поставлены новые задачи. Мы встретились с генеральным директором Евразийской ассоциации рынка отопительных систем (ЕВРАРОС) Игорем ПРУДНИКОВЫМ. Он рассказал нам о мероприятиях, проведённых отраслевым объединением на выставке, и обозначил планы Ассоциации на нынешний и последующие годы.

Интервью подготовил Александр ГУДКО, главный редактор <u>журнала СОК</u>

: Игорь Леонидович, какие мероприятия планировались <u>Accoquaqueй EBPAPOC</u> на выставке <u>Aquatherm Moscow</u>? Все ли выставочные планы удалось реализовать? Какие выводы были сделаны по итогам этих деловых встреч?

— <u>EBPAPOC</u> участвовал в выставке <u>Aquatherm</u> во второй раз. В прошлом году наша программа была ориентирована на представление членов <u>Ассоциации</u> и экспертного совета. Им была дана возможность показать своё видение рынка и рассказать о правилах работы на нём.

В этом году мы пошли другим путём и построили программу, интересную уже большему кругу участников и посетителей выставки, а также игрокам рынка в целом. Мы вывели нашу закрытую работу, которую вели в течение года с органами государственной власти, в открытый дискуссионный формат. Это произошло на нашей площадке в первый день работы выставки. Отрадно, что при этом присутствовали, пожалуй, все органы власти, способные оказать влияние на наш рынок. Высокий уровень гостей сделал мероприятие по-настоящему представительным и результативным.

стройки». Чиновники увидели саму выставку, а значит, по сути, рынок. И были по-хорошему удивлены — и масштабом мероприятия, и активностью её участников. Встретились с членами <u>ЕВРАРОС</u>, нашими экспертами.

Всё это стало возможным благодаря серьёзной подготовительной работе. Подчеркну — нам было очень важно из первоисточников получить ответы на злободневные вопросы. Это реально необходимо в нынешнее непростое время, когда не все понимают, как регулируется наш рынок отопительного оборудования. И это важно, чтобы исключить из сферы серьёзного делового общения всякого рода «фантазии», порождаемые отдельными компаниями, ассоциациями, органами по сертификации, испытательными лабораториями (к сожалению, некоторые организации иногда пытаются что-то трактовать так, как им выгодно).

Мы попросили лиц, принимающих решения, чётко ответить на ряд вопросов, касающихся нюансов действия нормативных документов. Один из таких вопросов, на который <u>Ассоциация ЕВРАРОС</u> хотела получить ответы от правительствен-



Все участники могли прямо высказать своё мнение и услышать ответ чиновников. Во встрече принимали участие заместитель руководителя Росстандарта, заместитель руководителя Роспотребнадзора и директор департамента государственного регулирования Минпромторга, коллеги из Минстроя. Нам было очень важно, чтобы высокопоставленные чиновники своими глазами увидели и услышали представителей бизнеса.

Ведь в течение года регуляторы получают информацию о нас — общественных организациях. И у них могло сложиться впечатление, что всё нами доносимое отраслевой власти — некая «придумка над-

ных чиновников, касался объявленного моратория на проверки. Данное решение означало прекращение государственного надзора за 13-ю регламентами и в целом постановлением, определяющим перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации. Однако на выставке Aquatherm была представлена новая редакция ГОСТ 31311-2005 «Приборы отопительные. Общие технические условия», и во время обсуждения этого и других документов участники выставки получили ответы на все свои вопросы. Это даёт надежду на то, что после этого попытки толковать законодательство неправильным образом будут прекращены.



:: Игорь Прудников, генеральный директор <u>Ассоциации EBPAPOC</u>, на «Дне EBPAPOC», прошедшем на международной выставке <u>Aquatherm Moscow 2023</u> 14 февраля 2023 года

Позиция <u>Ассоциации ЕВРАРОС</u> в отношении государственного контроля совершенно ясна — он должен быть восстановлен на новом уровне, в полном объёме. Однако некоторые структуры и лица не понимают, что рынок не может функционировать безнадзорно. <u>Ассоциация</u> сожалеет об этом и надеется, что единое мнение всех добросовестных производителей будет услышано и учтено при принятии решений.

## **::** Думаю, такой подход сможет оказать решающее влияние на создание здоровой конкуренции, обеспечить защиту отечественных производителей от иностранных продуктовых интервенций...

— Именно так. Возвращаясь к теме масштабных интервенций, которую я затронул выше: мы обязаны защищать свой рынок. Современный государственный надзор — это один из инструментов такой защиты. Важная тема — это синхронизация разрабатываемых документов. Нельзя разрабатывать один документ, его принимать и потом устраивать нормативный коллапс, как это произошло с редакцией ГОСТ 31-311 версии 2022 года. В этой редакции был введён ряд понятий, которые противоречат даже другим, уже действующим ГОСТам 53-583 и 58-065, определяющим, как проходит сертификация. ГОСТ 53-583, соответственно, регламентирует методы испытаний. Чтобы избежать противоречий, мы активно работаем с коллегами над ГОСТ 53-583, блокируя попытки некоторых отраслевых структур запутать ситуацию ещё больше. Это не наш метод, поэтому мы идём другим путём.

Нам необходимо устанавливать понятные правила работы на нашем рынке, пытаясь прийти к консенсусу со всеми силами, оказывающими влияние на отрасль. Только так мы можем избежать противоречий с приказами Минэнерго и строительными правилами, а также — охватить ещё больший круг профессионалов, прежде всего проектировщиков.

## :: Каковы планы <u>EBPAPOC</u> на 2023 год? Какое позитивное влияние их реализация может оказать на отрасль?

— Планов у нас много. В целом мы продолжаем двигаться ранее намеченным курсом. Собственно, генеральный план был обозначен в сентябре 2021 года, когда мы проводили первую презентацию <u>Ассоциации</u>. Тогда были объявлены основные её принципы. Прошло полтора года. Ни один из этих принципов нарушен не был. Это касается прежде всего внутрен-



Ассоциация ЕВРАРОС включена сегодня как ассоциация и разработчик межгосударственных стандартов в план межгосударственной стандартизации при Межгосударственном совете по стандартизации, метрологии и сертификации СНГ. Надеюсь, что мы сумеем оптимально выстроить работу со всеми структурами, не только российскими, но и всех шести стран, входящих в этот Межгосударственный технический комитет (МТК).

Следует отметить, что, кроме пяти стран — членов Евразийского экономического союза (ЕАЭС), в МТК как полноправный член входит Республика Узбекистан. Для нас это особенно важно, потому что Узбекистан на сегодняшний день является производителем больших объёмов и широкой номенклатуры отопительного оборудования.

ней тематической структуры, с которой работает ЕВРАРОС. Напомню: после первой же презентации к нам обратились несколько компаний с идеями расширить наш продуктовый охват. Мы честно ответили, что начнём с понятной нам сферы радиаторов и конвекторов отопления. А дальше, действительно, будем расширять охват в соответствии с названием Ассоциации — до систем отопления в широком смысле этого слова. Первый шаг это тепловентиляторы. Также сейчас мы всерьёз прорабатываем вопрос взаимодействия с компаниями — производителями котлов отопления. Таким образом Ассоциация отрабатывает технологию представления и защиты интересов компаний. Мы понимаем, какие органы власти какими нормативными документами регулируют сегмент систем отопления.

Например, в секторе тепловентиляторов возникла проблема включения оборудования в перечень Постановления Правительства РФ от 17 июля 2015 года №719, подтверждающий производство промышленной продукции на территории Российской Федерации. Мы на радиаторах эту проблему отработали, теперь решим её с тепловентиляторами. И неважно, что это другой департамент Минпромторга. Технология — та же, контакты со всеми департаментами Минпромторга в России у нас отработаны очень чётко, имеется полное взаимодействие.

Таким образом, всё решаемо, и мы уверенно движемся вперёд, рассматривая всё новые сегменты рынка. (общетехнические условия и методы испытаний). На национальном уровне ведётся работа по разработке стандартов по теплоносителям, включая блоки, связанные с водоподготовкой и антифризами. Работа над этими документами выполняется профессиональными экспертами, которые имеют широкий взгляд на вопросы стандартизации, а также привлекают технических экспертов из компаний.

Если какая-либо новация в одном документе требует коррекции или изменения в других документах, мы тут же берёмся за дело, чтобы избежать временных разрывов, которые недопустимы. Если такие разрывы необходимы, они должны быть чётко узаконены.



Ещё один важный аспект. Мы опираемся не только на мнение членов Ассоциации, но и формируем независимый экспертный совет. Сегодня он включает в себя 13 экспертов. Это кандидаты и доктора наук, которые работают в разных сферах, включая металлургию, химию и теплоносители, что позволяет расширять сферу работы с нормативными документами. Химики и структуры, занимающиеся эксплуатацией, а именно теплоснабжающие организации, занимаются темой теплоносителей. Они отрабатывают инструменты и механизмы, а также серьёзно занимаются разработкой государственных стандартов, включая межгосударственные и национальные.

В план межгосударственной стандартизации включены четыре стандарта, включая пересмотр 31-го и разработку нового — по методам испытаний. Сюда же входит разработка стандартов по внутрипольным конвекторам, а также документы, касающиеся полотенцесущителей

Мы понимаем, что важным направлением для Ассоциации является контроль ситуации на рынке. В прошлом году **ЕВРАРОС** запустил программу «Народный контроль», которая позволяет получать информацию о возможных нарушениях из разных регионов страны. Наши эксперты реагируют на каждый сигнал, после чего проводятся экспертизы и испытания оборудования в лабораториях. Мы фиксируем нарушения и информируем о ситуации органы надзора, хотя пока не можем сказать, что довольны реакцией регулирующих органов на наши сигналы. Тем не менее, наша Ассоциация продолжает работать в этом направлении, поскольку мы понимаем, что наши возможности ограничены.

В прошлом году <u>ЕВРАРОС</u> подписала соглашение с Российской системой качества (Роскачество). Это структура, созданная Правительством Российской Федерации. Она является независимой автономной некоммерческой организацией.

Недавно мы запустили программы исследования рынка внутрипольных конвекторов. Это была наша первая инициатива. Далее Ассоциация намерена продолжить исследования и по другим товарным группам уже совместно с Роскачеством. Мы используем все каналы продвижения и распространения информации, включая профильные сайты, которые суммарно посещают миллионы пользователей. Кроме того, поскольку Роскачество — структура, созданная правительством, у неё есть каналы влияния на принятие решений органами власти. Благодаря этому мы активно работаем во всех общественных институтах, созданных в этой сфере.

Недавно мы обновили межведомственные рабочие группы в рамках Государственной комиссии по противодействию незаконному обороту промышленной продукции. Я вошёл в одну из этих групп вместе с представителями органов государственного надзора. Нами был сформирован план и в него включены необходимые документы.

Также Ассоциация активно работает с Минстроем, который является официальным разработчиком технических регламентов по безопасности строительных материалов и изделий, а также — технического регламента Евразийского экономического союза. Мы надеемся, что к концу следующего года будет подготовлена редакция, которая будет утверждена. Этот документ сильно изменит рынок строительных материалов и отопительного оборудования.

ЕВРАРОС взаимодействует с органами власти всех стран Евразийского экономического союза. Мы строим отношения с Министерством экономики Республики Киргизия и органами надзора, чтобы продукция, производимая в странах ЕАЭС, могла свободно перемещаться по всей его территории и при этом соответствовать всем нашим строгим нормам, стандартам и правилам. Например, мы обеспокоены качеством и состоянием производства в Киргизии, где в особой экономической зоне был построен большой китайский завод по производству алюминиевых изделий.

У нас много направлений работы, и все они очень важны для нас. В 2023-м и в последующие годы Ассоциация ЕВРАРОС продолжит расширять свои компетенции и активно работать над совершенствованием регуляторных инструментов, а также — над обеспечением здорового конкурентного климата на отечественном рынке систем отопления. Всё это очень важно.



## XX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ



## **КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ**BOILERS AND BURNERS



новинки технологии инновации 2023 31 ОКТЯБРЯ—3 НОЯБРЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ ЭКСПОФОРУМ WWW.BOILERS-EXPO.RU



при поддержке:















## Энергосберегающее регулирование приборов отопления с точки зрения <u>Giacomini</u>

Компания-производитель Giacomini имеет 70-летний опыт производства запорной и регулирующей арматуры, располагая четырьмя собственными фабриками, которые расположены исключительно в Италии. Одна из областей, где производственный потенциал компании реализовался наиболее широко, — разработка и создание регулирующей арматуры для отопительных приборов.



Основную ставку компания Giacomini делает на устройства терморегулирования, обеспечивающих автоматическое поддержание температуры воздуха в помещениях на заданном уровне. Сейчас разработки компании направлены на дальнейшее развитие серии термостатических клапанов с автоматической балансировкой и на создание системы беспроводного управления отопления дома или квартиры с возможностью интеграции в комплекс «умного дома». В итоге — на максимальную экономию затрат на отопление жилища и создание современной и удобной для жильцов системы управления приборами отопления.

Для бокового подключения приборов отопления <u>Giacomini</u> выпускает несколько серий ручных и термостатических клапанов. Среди них можно выделить универсальные микрометрические клапаны серий <u>R421TG</u> и <u>R422TG</u>, которые поставляются с рукояткой ручной регулировки, также имеющей функцию ограничения степени открытия. В конструкции этих клапанов имеется термостатический вентиль — потребитель может снять руч-



**::** Универсальные термостатические микрометрические клапаны <u>R421TG</u> и <u>R422TG</u>



**::** Термостатические клапаны <u>R401TG</u> и <u>R402TG</u> для стандартных условий

ку, поставив на неё место термостатическую головку для автоматического регулирования. Таким образом, <u>Giacomini R421TG</u> и <u>R422TG</u> представляют собой универсальные клапаны, которые могут применяться на радиаторах при любых условиях.

Для термостатического регулирования выпускаются серии клапанов R401TG и **R402TG** для стандартных условий, а также **R401H** и **R402H** — для систем, где требуется повышенный проход для лучшего затекания теплоносителя в радиатор, например, в однотрубных системах отопления. Выпускается серия термостатических клапанов с предварительной настройкой — для установки расхода теплоносителя в точном соответствии с проектом. Даная серия имеет обозначение <a href="PTG">PTG</a> и защитный колпачок красного цвета, под которым находится настроечная шкала и механизм регулирования (установки расчётного расхода через клапан), требующий использования специального ключа. Без последнего выполнить перенастройку клапана невозможно (таким образом исключается несанкционированное изменение параметров работы регулирующей арматуры).

## Клапаны для радиаторов с автоматической балансировкой



Динамические термостатические клапаны Giacomini серии DB устанавливаются на радиаторы отопления и обеспечивают автоматическое поддержание постоянства расхода теплоносителя, поступающего в отопительные приборы. Применение таких клапанов позволяет сохранять постоянным расход теплоносителя через отопительные приборы в случае изменения нагрузки внутри системы без использования балансировочных клапанов. Это решение позволяет упростить настройку и уменьшить время ввода в эксплуатацию системы отопления, а в ряде случаев — снизить стоимость оборудования. Новые динамические термостатические клапаны Giacomini имеют широкий рабочий диапазон — показатель перепада давления, при котором обеспечивается расход до 250 л/ч при постоянном давлении 150 кПа. Диапазон этих характеристик намного превосходит параметры аналогичной арматуры, присутствующей на рынке.



**∷** Термоголовки серий <u>R470</u> и <u>R460</u> и регулировочные клапаны серий <u>R5TG</u> и <u>R6TG</u> (справа)

Для ручного регулирования приборов отопления <u>Giacomini</u> выпускает клапаны серий <u>R5TG</u> и <u>R6TG</u>, а также комплекты <u>R705K</u> и <u>R706K</u> в угловом и прямом исполнении, соответственно. Для того, чтобы иметь возможность отключить радиатор от системы отопления, а также для балансировки (предварительной настройки расхода теплоносителя через радиатор) <u>Giacomini</u> во всех случаях рекомендует использовать отсечные клапаны, например, серий <u>R16TG</u> и <u>R17TG</u>.

Большинство термостатических головок Giacomini выпускается в двух вариантах подсоединения к клапану: один из них фирменная система Clip-Clap. С её помощью монтаж головки занимает менее двух секунд

Термостатические головки Giacomini имеют высокую точность и скорость срабатывания и выпускаются в широком ассортименте, включающем в себя несколько серий с различным концептом дизайна. В качестве примера можно отметить популярную серию термоголовок R470 округлого дизайна и более традиционно выглядящую головку **R460**. Большинство устройств выпускается в двух вариантах подсоединения к клапану: один из них фирменная система быстрого монтажа Clip-Clap. Она специфична тем, что монтаж головки занимает менее двух секунд, а также — использованием традиционной для многих производителей резьбы 30×1,5 мм. Термостатические головки серии R468 отличает меньшее время срабатывания, возможность полного запирания клапана без снятия с него термоголовки и ограничения диапазона регулировки вплоть до полной блокировки настройки.



ЗЭЛЫ НИЖНЕГО ПОДКЛЮЧЕНИЯ R383 И R384

## Арматура нижнего подключения отопительных приборов

Энергоэффективное управление отопительными приборами при их нижнем подключении можно организовать при помощи специальной арматуры. Для стальных панельных радиаторов <u>Giacomini</u> производит четыре серии узлов нижнего подключения, наиболее популярны из которых узлы <u>R383</u> и <u>R384</u> — в прямом или угловом исполнении. Они содержат отсечные клапаны и байпас для перепуска теплоносителя, могут применяться в двухтрубных и однотрубных системах.

Ещё два узла ( $\underline{\mathbf{R387}}$  и  $\underline{\mathbf{R388}}$ ) входят в экономичную серию, приборы из которой

предназначены для использования только в двухтрубных системах, но при этом обладают более низкой ценой.

Для секционных радиаторов, например, алюминиевых или биметаллических, Giacomini также предлагает использовать все преимущества нижнего подключения с возможностью терморегулирования. В распоряжении проектировщиков и монтажников — более десяти серий узлов нижнего подключения различной типологии, схемы подачи теплоносителя и способа регулирования.

Среди популярных решений можно отметить компактный узел <u>R440</u>, где подача теплоносителя производится вовнутрь радиатора зондом, а выпуск происходит



**::** Компактный узел <u>R440</u>

через отвод клапана. Клапаны серий R438 имеют раздельные узлы подачи и регулирования, соединённые между собой хромированной трубкой. Подавляющее большинство узлов нижнего подключения Giacomini следуют универсальной концепции — поставляются с ручкой ручной регулировки, которая может быть снята для установки термоголовки — традиционной или электронной. В этом случае клапан будет обеспечивать термостатическое регулирование и реализуется беспроводное управление. Данные узлы нижнего подключения изготавливаются в версиях для двухтрубных и однотрубных систем. В последнем случае в их корпус встраивается регулируемый байпас для перепуска части теплоносителя в систему.

## Беспроводное управление отопительными приборами



Система <u>Giacomini Klimadomotic</u> предназначена в том числе для беспроводного управления клапанами, установленными на отопительных приборах. Новая электронная термоголовка <u>Giacomini K470W</u> — это хронотермостат с возможностью дистанционного управления по беспроводной связи, с возможностью работы по четырём предварительно заданным недельным программам, а также с ручной регулировкой. В качестве управляющего модуля используется контроллер <u>KD410</u> с большим цветным сенсорным

экраном, с помощью которого задаются программы работы отопительных приборов и осуществляется их контроль — на самом экране или удалённо через приложение **Giacomini Connect** для PC и смартфонов. Дополнительно в систему беспроводного управления отопительными приборами могут быть включены комнатные температурные датчики, повторители для усиления беспроводного сигнала, модули для управления автономным котлом.



## Как «<u>POCTepm</u>» производит PPSU-фитинги

В процессе эволюции систем отопления и водоснабжения появление новых материалов было ожидаемо. Много лет в монтаже использовались фитинги из латуни, железа и стали. Но в последние годы в сфере материалов произошла настоящая революция. Использование полимеров дало рынку инженерных систем новые изделия с высокими эксплуатационными характеристиками, которые в некоторых случаях уже превосходят традиционные материалы.



Производство фитингов PPSU на заводе «РОСТерм»



Последние годы компания «<u>POCTepm</u>» производит аксиальные фитинги из термопласта PPSU (polyphenylsulfone, полифенилсульфона).

Расскажем вкратце об этом материале. Полифенилсульфон (PPSU) является одним из модификаций полисульфонов (сокращённо — серия PSF) и представляет собой суперконструкционный аморфный термопластичный пластик. Материал характеризуется небольшим весом и высокой прочностью, чрезвычайно высокой ударной вязкостью при высоких и низких температурах, высокой термостойкостью и максимальной температурой эксплуатации до 180°C. Благодаря этим качествам полифенилсульфон очень часто используется в медицине, поскольку он абсолютно гигиеничен и безвреден для человека, а также в автомобильной и авиакосмической промышленности.

Изделия из PPSU могут быть многократно стерилизованы и могут находиться в контакте с водой в течение длительного времени. Экспериментально было доказано, что даже если такое изделие погрузить в горячую воду с температурой 90 °C на один год, механические свойства PPSU не изменятся. PPSU отличает очень малая усадка, которая равномерна при формовании. Термический коэффициент расширения этого материала в два раза меньше, чем у большинства термопластов, что позволяет изготавливать из него детали сложной конфигурации, имеющие небольшие допуски на размеры.

## О производстве PPSU-фитингов

Компания «<u>POCTepm</u>» обладает современным специализированным оборудованием для работы с материалом данного вида. PPSU — высокотемпературный материал, который перерабатывается при температуре 340–380°С, что требует особенной конструкции нагревательных элементов и точной автоматической системы контроля температуры расплава в любой момент времени.

Кроме того, для производства фитингов из PPSU требуется дополнительное периферийное оборудование, например, термостат для подогрева пресс-формы, температура которой должна быть в диапазоне 120–180°С.

Помимо этого, особое внимание требуется и при проектировании прессформ, которое осуществляется совместно с производителями материала. Даже небольшие ошибки могут привести к браку. Пресс-формы для производства изделий из полифенилсульфона конструкционно многократно сложнее аналогичных прессформ для обычных полиолефинов (полипропилена и полиэтилена).



**::** Аксиальный фитинг «<u>РОСТерм</u>» из полифенилсульфона

На правах рекламы.

Для переработки данного материала специалисты «<u>POCTерм</u>» обладают высокими навыками и компетенциями. После проведения специального обучения и тренингов по работе с материалом и конструкциями пресс-форм, совместно с производителями осуществляется точный подбор параметров литья изделий и составление технологических карт. Количество параметров настройки технологического режима достаточно велико (порядка 20 параметров).

На первом месте стоит точный подбор и контроль параметров скорости и давления впрыска материала в форму, давления впрыска, времени выдержки материала под давлением и других. Это необходимо, чтобы избежать возникновения





■ Монтаж аксиального PPSU-фитинга «POCTepm»

внутреннего напряжения в изделиях, — тем самым предотвращается хрупкость фитингов и обеспечивается их высокая эксплуатационная прочность.

При производстве фитингов PPSU на производстве «<u>POCTepm</u>» очень важны точность подбора параметров и постоянный контроль с использованием так называемого МЕК-теста (тест с использованием метилэтилкетона), который позволяет выявить избыточное напряжение в теле фитинга. После этого проводятся стандартные процедуры операционного и приёмо-сдаточного контроля службы качества и лаборатории в соответствии с действующими стандартами.

### Ценность PPSU-фитингов

На первый взгляд полимерные материалы могут уступать в прочности металлическим. Однако у полимерных изделий имеется ряд преимуществ. Качественные PPSU-фитинги из пластика обладают характеристиками, превосходящими металл: они более стойкие к агрессивным

средам и не корродируют, по сравнению с латунными, при воздействии на них щелочной среды, образовывающейся в процессе нанесения стяжки пола от цементного «молочка». Фитинги PPSU не требуют обслуживания после установки, допускаются к скрытой прокладке, заливке в бетон, что существенно расширяет возможности при проектировании систем со скрытой разводкой.

Основные преимущества PPSU-фитингов «<a href="POCТерм">POCТерм</a>»:

- □ высокая прочность к ударным и механическим нагрузкам, в том числе при отрицательных температурах;
- □ стойкость к высоким температурам и УФ-излучению;
- не подвержены коррозии, минеральным отложениям, зарастанию;
- нейтральность при контакте с водой и химическими веществами;
- □ устойчивость к процессу старения под воздействием температуры и давления;
- не заужают внутренний диаметр трубопровода.

На данный момент «<u>POCTepm</u>» — это уникальное современное технологичное производство, выпускающее трубы PE-Xa и аксиальную систему PPSU и PVDF на одной площадке, что позволяет проводить также испытания соединений трубы и фитинга.

### Проверка на соответствие качеству в лаборатории «<u>РОСТерм</u>»

Каждая партия фитингов проходит испытания в собственной аттестованной лаборатории «<u>POCTepm</u>», раздельно и как изделие, так и соединение «фитинг + гильза + труба». Таким образом, испытывается соединение целиком, что позволяет давать гарантию на всю систему полностью.

Соединение «труба + фитинг» обязательно проходит испытания на растяжение и ударную прочность фитингов при отрицательных температурах. Также проводятся испытания на стойкость под постоянным давлением при температуре воды 95°С, циклические испытания с попеременной подачей холодной и горячей воды, испытания, выявляющие остаточные напряжения в стенке фитинга, при которых он не должен разрушиться. Только при прохождении всех испытаний фитинг допускается на реализацию.

РРЅU-фитинги «РОСТерм» предназначены для использования в системах холодного и горячего водоснабжения, радиаторного и напольного отопления. Они с успехом заменяют латунные, обеспечивая существенную экономию традиционных материалов, энергетических ресурсов, трудовых затрат и эксплуатационных издержек. Разрешены к применению в системах питьевого водоснабжения.

Срок службы: 50 лет (при соблюдении температурных режимов, приведённых в <u>ГОСТ Р 52134–2003</u>, табл. 26, или <u>ГОСТ 32415–2013</u>, табл. 5). ●



## Дизельные котлы <u>Kiturami</u> – лидеры россий-ского рынка

В 2022 году корейская компания Kiturami («Китурами») отметила своё 60-летие. За более чем полувековую историю компания превратилась в международный холдинг — одного из мировых лидеров в области производства отопительного и климатического оборудования. Сегодня в состав холдинга Kiturami Group входят 16 производственных, научно-исследовательских и финансовых компаний в Южной Корее и Китае. Ежегодно холдинг производит более миллиона котлов различных типов.



Компания Kiturami производит широчайший ассортимент отопительного и климатического оборудования: газовые настенные и напольные, дизельные, пеллетные, твёрдотопливные, а также паровые котлы. Также в ассортименте предприятия представлены горелки, чиллеры, осушители и увлажнители воздуха, системы кондиционирования и т.д. Сегодня Kiturami Group представляет собой развитый концерн, располагающий собственными исследовательскими, научными и производственными мощностями. Это позволяет создавать долговечное, надёжное и эффективное оборудование. Уровень локализации собственного производства внутри холдинга достигает 98%.

В России продукция <u>Кіturami</u> появилась ещё в середине 1990-х годов. Сегодня котлы <u>Кіturami</u> можно встретить во всех уголках России — от Москвы до Владивостока. Продукция компании пользуется заслуженным спросом у россиян благодаря своей надёжности, простоте, неприхотливости и, конечно, относительно невысокой стоимости.



### Рынок дизельных котлов

Компания <u>Kiturami</u> исторически занимает в России лидирующие позиции по поставкам именно дизельных котлов. Ещё с середины 1990-х годов агрегаты <u>Kitura-</u> mi являются в России лидерами продаж.

Общий рынок дизельных котлов в России, конечно, гораздо меньше, чем, например, рынок газовых теплогенераторов. По данным аналитического агентства «Литвинчук Маркетинг», ежегодно в России продаётся всего около 5000 дизельных котлов. Наиболее популярны агрегаты малой мощности — до 24 кВт. На их долю приходится практически половина всех продаж. Также стоит отметить, что отдельным направлением применения дизельных котлов является их установка на речных и морских судах.

### Основное преимущество дизельного отопительного котла — отсутствие необходимости получать большое количество разрешительных документов

Однако ещё в 2011 году продажи этого вида теплогенераторов были существенно выше — на уровне 17 тыс. единиц. Падение вызвано в том числе развитием рынка автоматических твёрдотопливных котлов, работающих на угле и пеллетах. Но наибольшее влияние на падение продаж дизельных устройств оказывает постоянно растущая стоимость топлива для них.

### Преимущества и недостатки дизельных котлов

Дизельные котлы, как и любой другой вид оборудования, имеют свои преимущества и недостатки. К основным преимуществам можно отнести, во-первых, автономность. Такие агрегаты используются в тех регионах и местах, где нет газа. Таким образом, потребитель не зависит от поставок магистрального газа. Также пользователю нет необходимости собирать большое количество разрешительных документов. В отличие от газовой котельной, на установку дизельного котла не требуется получение разрешительной документации от местной газораспределительной организации (ГРО).

Дизельные котлы имеют высокий КПД и обеспечивают большую теплоотдачу за короткое время, поэтому могут быстро обогреть даже значительные по площади помещения. Они также имеют сравнительно невысокие затраты на установку. Благодаря наддувной горелке отпадает необходимость монтажа сложной и затратной вертикальной системы дымоудаления.

Современные дизельные котлы просты и удобны в эксплуатации. Они комплектуются «умной» системой автоматики, которая полностью контролирует все параметры отопительного процесса. Данные теплогенераторы имеют высокую степень безопасности. Они комплектуются различными датчикам, отвечающими за безопасную работу оборудования, которые в случае какой-либо неисправности выключают котёл.

К недостаткам дизельных котлов в первую очередь надо отнести дороговизну топлива. Из-за постоянного роста стоимости солярки отапливаться дизельным топливом сегодня выходит дороже, чем газом, углём, дровами и пеллетами. Так как в солярке могут содержаться различные примеси, то для работы котла необходимо использовать качественное топливо.

Также к недостаткам относятся неприятный запах дизельного топлива и шум во время работы горелки. Поэтому для дизельного котла необходимо строить отдельную котельную.

Все современные дизельные агрегаты энергозависимы, поэтому небольшой сбой в подаче электроэнергии приведёт к остановке котла.

Для хранения «дизеля» необходимо хранилище немалого объёма. В него желательно перед сезоном залить сразу всю норму топлива на этот период, или установить резервуар меньшего объёма, но заправлять его чаще. Такую ёмкость обычно устанавливают в отдельном помещении, строго оборудованном по нормам пожарной безопасности.

Котельная должна отапливаться, так как при понижении температуры ниже +5 °C солярка начинает густеть. Она хуже течёт, сгущаются парафины, которые мгновенно забивают горелку, останавливая систему. Также можно использовать зимнее топливо или добавлять специальные присадки самостоятельно.

Дизельный котёл требует регулярного обслуживания и периодической чистки. Иначе вырабатываемая при сгорании топлива сажа способна забить каналы дымоудаления и мешать нормальной работе устройства.

Сегодня компания <u>Kiturami</u> поставляет в Россию две основные серии дизельных котлов собственного производства: бытовые <u>серии Turbo</u> и промышленные котлы <u>серии KSO</u>.

### **Серия Turbo**

Серия Turbo — это дизельные двухконтурные котлы для отопления и горячего водоснабжения со стальным теплообменником гВС из нержавеющей стали. Эти агрегаты предназначены для отопления и горячего водоснабжения как жилых, так и производственных помещений. Серия Turbo включает четыре модели мощностью 15, 20, 24 и 35 кВт (фото 1).

Сегодня дизельный котёл <u>Kiturami</u> <u>Turbo</u> является одним из самых экономичных котлов, представленных на российском рынке. Трудно найти теплогенератор, который бы потреблял в среднем всего 8 л топлива за день.

Благодаря специальной трёхходовой (3-Pass) конструкции теплообменника котлы серии <u>Turbo</u> имеют повышенный КПД 91–92%. Такой КПД обеспечивается благодаря многократному прохождению продуктов сгорания внутри теплообменника, что также снижает уровень акустического шума.



**:: Фото 1.** Напольный дизельный двухконтурный котёл <u>Kiturami серии Turbo</u>

Турбоциклонная горелка, установленная на данном отопительном котле, позволяет достичь наивысшей эффективности расходования топлива за счёт аэродинамического потока в зоне горения. Для котлов Turbo допускается устройство горизонтального дымохода. Наддувная горелка рассчитана на монтаж горизонтального участка дымохода длиной до 5 м, который практически сразу можно вывести через стену на улицу. Эффект турбонаддува обеспечивает принудительное удаление отработанных газов в дымоход. Это исключает зависимость котла от наличия тяги и избавляет владельца от необходимости сооружать большой вертикальный дорогостоящий дымоход. Однако в помещении, где установлен котёл, необходимо предусмотреть хорошую приточную вентиляцию, так как кислород для горения агрегат забирает из помещения.

Управление котлом <u>серии Turbo</u> осуществляется с пульта управления (со встроенным термостатом), который можно установить в любом удобном месте помещения

Котлы <u>Turbo</u> имеют ёмкостной теплообменник контура отопления, который позволяет практически мгновенно получить горячую воду из контура ГВС. Бойлерный тип котла позволяет вырабатывать достаточное количество горячей воды, поэтому для ГВС не требуется установка дополнительного оборудования. Котлы <u>Turbo</u> обеспечивают горячее водоснабжение круглый год, в том числе и в летний период. Возможно также применение котла без использования режима отопления. Теплообменник ГВС выполнен в форме змеевика из нержавеющей стали

и имеет большое проходное сечение. Это практически исключает выход из строя устройства из-за накипи и обеспечивает стабильную подачу горячей воды в большом объёме.

Например, котёл Turbo-13 мощностью 15 кВт имеет производительность по ГВС 9,7 л/мин. при  $\Delta t = 25$  °С. Благодаря теплообменнику ГВС из нержавеющей стали предотвращается появление накипи и обеспечивается чистая горячая вода в большом количестве.

Котлы <u>Turbo</u> не требуют большого пространства для установки, их легко транспортировать. Габаритные размеры всех агрегатов данной серии составляют всего 930×365×650 мм. Наличие патрубков отопления на левой и правой сторонах корпуса обеспечивает удобство монтажа котла в системе отопления.

В комплект теплогенератора входит дистанционный пульт управления, который также является многофункциональным комнатным термостатом. Благодаря большому ЖК-дисплею пульт имеет удобную и лёгкую настройку, включая такие функции как «Сон», «Душ» и «Таймер».

Управление котлом полностью осуществляется с пульта управления, который можно установить в любом удобном месте помещения. Встроенный в пульт термостат позволяет регулировать работу агрегата как по комнатной температуре, так и по температуре теплоносителя. В котлах Turbo предусмотрена возможность поградусной регулировки температуры теплоносителя в диапазоне от 41 до 75°С. Таким образом обеспечивается экономичная и комфортная работа котла.

Котлы <u>Turbo</u> имеют встроенную функцию самодиагностики. В случае неисправности на пульте начинает мигать контрольная лампочка, а на дисплее управления отображается код ошибки. Это позволяет легко установить причину нештатной ситуации.

Датчики контроля температуры, перегрева, отсутствия теплоносителя обеспечивают оптимальную систему контроля работы котла.

Также котлы <u>Turbo</u> имеют функцию «Автоматическое выключение котла». В случае отключения электропитания, перегрева теплообменника, неисправности вентилятора или системы дымоудаления система безопасности автоматически прекращает подачу топлива.

В моделях <u>Turbo-21/30</u> установлен топливный шестерёнчатый насос <u>Danfoss</u> (Дания), который обеспечивает стабильную подачу топлива из ёмкости даже на большом расстоянии от котла. В моделях <u>Turbo-13/17</u> — плунжерный насос.

### Серия KSO

Серию мощных промышленных котлов на дизельном топливе <u>серии KSO</u> представляют семь агрегатов мощностью от 58 до 465 кВт (фото 2 и 3).

Котлы <u>KSO</u> от <u>Kiturami</u> — это мощные промышленные дизельные отопительные агрегаты. Данные котлы имеют один из самых высокий КПД среди всех дизельных устройств — 92,4–93%, функцию быстрого приготовления горячей воды в больших количествах (от 33 до 100 л/мин.) и способны отапливать жилые и производственные помещения площадью 580–4650 м².

Котлы серии KSO — это дизельные двухконтурные агрегаты повышенной мощности со стальным теплообменником и теплообменником ГВС из нержавеющей стали. Модельный ряд включает котлы мощностью 58, 81, 116, 174, 233, 349 и 465 кВт. Данные теплогенераторы предназначены для отопления в первую очередь промышленных предприятий.

Например, летом 2022 году в Ставропольском крае была смонтирована котельная на базе двух дизельных котлов <u>KSO</u> 400 суммарной мощностью 930 кВт. Котлы установили в котельной сельхозпредприятия «Чапаевское», входящего в состав АО «Агрохолдинг Степь» (фото 4).



**Фото 4.** Котельная на базе двух дизельных котлов <u>Kiturami KSO-400</u> (суммарно 930 кВт)

Основной теплообменник котлов <u>KSO</u> выполнен из стали. Он имеет специальную конструкцию, обеспечивает высокий КПД и пониженный уровень шума. Применение в теплообменнике специальных труб теплопередачи с увеличенной площадью поверхности позволяет получить максимально эффективный теплосъём, повышает КПД котла и поддерживает стабильное горение, обеспечивая полный дожиг продуктов сгорания. Ёмкостной теплообменник контура отопления позволяет практически мгновенно получить горячую воду из контура ГВС.



**:: Фото 2.** Напольный дизельный двухконтурный котёл <u>Kiturami</u> <u>KSO-300/400</u>

Теплообменник горячего водоснабжения выполнен в виде змеевика из нержавеющей стали с большим проходным сечением. Это практически исключает выход из строя теплообменника из-за накипи и обеспечивает стабильную подачу горячей воды в большом объёме.

Котлы <u>KSO</u> комплектуются внешним пультом дистанционного управления с цифровой индикацией. Пульт также выполняет функцию внешнего термостата и обеспечивает экономичную и комфортную работу котла по температуре в помещении и по температуре теплоносителя.

Модели котлов <u>KSO-50/70/100/150/200</u> комплектуются самыми современными на сегодняшний день и наиболее эффективными и экономичными турбоциклонными горелками. Принцип их действия заключается в создании вихревого потока в зоне горения за счёт нагнетания воздуха. Этим достигается высокое качество топливной смеси. Дополнительно в конструкции горелки предусмотрена цилиндрическая камера дожига топливной смеси, что способствует наиболее эффективному сжиганию топлива. Все горелки снабжаются электродами и трансформатором розжига, которые управляются электронным блоком управления, полностью автоматизируя работу котла. Все дизельные горелки также комплектуются топливным насосом высокого давления и топливным фильтром.

Благодаря наддувной горелке допускается устройство горизонтального дымохода с длиной горизонтального участка до 5 м, который можно вывести сразу через стену на улицу. Таким образом исключается необходимость устройства дорогостоящего высокого вертикального дымохода. Модели котлов KSO-300/400 комплектуются двухступенчатыми горелками,



**:: Фото 3.** Напольный дизельный двухконтурный котёл <u>Kiturami</u> серии <u>KSO</u>

обеспечивающими плавный запуск котла без хлопков.

Котлы серии <u>KSO</u> имеют достаточно большие габаритные размеры и вес. Например, вес котла <u>KSO-400</u> составляет более 1000 кг. Для удобства транспортировки и монтажа котлы <u>KSO</u> имеют силовую стальную раму, которая также защищает горелку от повреждений.

Агрегаты серии <u>KSO</u> имеют большое количество различных защитных и энергосберегающих функций:

- 1. Функция самодиагностики. В случае какой-либо неисправности в системе отопления на дисплее пульта управления появляется цифра, обозначающая код неисправности. Это позволяет легко установить причину нештатной ситуации.
- 2. Функция автоматического выключения котла. В случае отключения электропитания, перегрева теплообменника или неисправности вентилятора система безопасности автоматически прекращает подачу топлива.
- **3. Функция защиты от замерзания в зимнее время года.** Когда температура воздуха резко понижается зимой, котёл автоматически начинает работу и поддерживает заданную температуру.
- 4. Функция энергосбережения позволяет существенно экономить расход топлива. Энергосбережение достигается благодаря эффективной работе котла, а также возможности выбора необходимого режима работы.

Дизельные котлы <u>Kiturami</u> заслуженно занимают лидирующие позиции на российском рынке. Благодаря своей простоте, надёжности, экономичности и относительно невысокой стоимости они являются идеальным вариантом в том случае, если нет возможности использовать другие виды топлива, кроме дизельного.



## Варианты модернизации региональных систем тепло- снабжения

Мероприятия по переводу открытых систем теплоснабжения на закрытую схему, предусмотренные схемами теплоснабжения городов, характеризуются значительным объёмом работ, сжатыми сроками реализации и высоким уровнем необходимых инвестиций. В таких условиях технические решения в первую очередь должны отвечать критерию повышения энергетической эффективности при минимизации капитальных затрат. В представленной статье рассмотрены альтернативные варианты модернизации открытых систем теплоснабжения.

Авторы: Н. П. КРАСНОВА, старший преподаватель; А. С. ГОРШЕНИН, к.т.н., доцент; Ю. И. РАХИМОВА, к.п.н., доцент, кафедра «Промышленная теплоэнергетика», Самарский государственный технический университет (СамГТУ)

Техническое состояние систем теплоснабжения большинства городов РФ является критическим. С каждым годом увеличивается число аварийных отключений из-за изношенности оборудования источников теплоснабжения, построенных 20-30 лет назад, количество разрывов магистральных и распределительных сетей, неудовлетворительного функционирования абонентских вводов и внутренних систем отопления зданий и сооружений из-за технологической отсталости используемых схем и оборудования. Устранение таких аварийных ситуаций связано со значительными капитальными затратами, социальной напряжённостью и нанесением морального и материального ущерба потребителям. Что в большей степени усугубляется суровыми климатическими условиями нашей страны.

На практике встречаются различные проблемные ситуации при эксплуатации тепловых сетей. Перечислим наиболее распространённые:

- 1. «Недогреваются» концевые потребители. Для прекращения жалоб тепловая сеть завышает температурный график, что приводит к перерасходу газа на выработку тепла по сравнению с нормативными показателями.
- 2. В четырёхтрубной системе выходят из строя (ржавеют) трубопроводы горячего водоснабжения (ГВС), и систему зачастую переоборудуют в двухтрубную с открытым ГВС.
- 3. Вместо того, чтобы промыть внутренние системы теплоснабжения, потребители растачивают дроссельные шайбы или демонтируют элеваторы, ставят насосы. Как следствие, теплосеть разбалансируется, нарушается расчётный гидравлический режим, и (или) для компенсации перерасхода тепла переводится на другой температурный график (с 130/70 на 95/70 °C).
- 4. Многочисленные локальные (на несколько домов) котельные можно заменить одной централизованной системой теплоснабжения. Или заменить или дополнить централизованную систему теплоснабжения локальными квартальными или внутридомовыми котельными.
- 5. Постепенное подключение к теплосети новых потребителей до тех пор, пока сеть не перестаёт пропускать теплоноситель или котельная не исчерпывает тепловую мощность. Для решения проблемы теплосеть переводят на другой температурный график (с 95/70 на 130/70°С) или делают (понижают) срезку, что приводит к неудовлетворительному теплоснабжению потребителей в холода́.

Выход из создавшегося положения может быть только в принятии безотла-

Действующее законодательство в сфере теплоснабжения содержит требования и предпосылки к модернизации систем теплоснабжения, в частности, запрет на использование открытых систем теплоснабжения

гательных мер по модернизации и реконструкции существующих систем теплоснабжения. Действующее российское законодательство в сфере теплоснабжения содержит требования и предпосылки к модернизации систем теплоснабжения, в частности, запрет на использование открытых систем теплоснабжения, установленный Федеральным законом №190-ФЗ «О теплоснабжении» [1].

Прогрессирующий физический и моральный износ основных фондов в сфере теплоснабжения в совокупности с указанными требованиями законодательства формируют необходимость модернизации систем теплоснабжения.

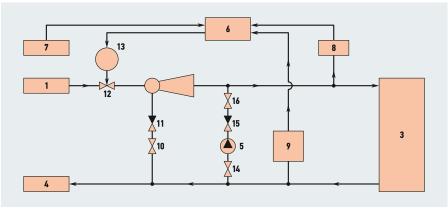


Ключевыми документами, определяющими принципы долгосрочного развития теплоэнергетической отрасли, являются схемы теплоснабжения городов, содержащие предпроектные материалы по обоснованию эффективного и безопасного функционирования систем теплоснабжения, их развития с учётом правового регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Схемы теплоснабжения подлежат ежегодной актуализации и в случае городов с населением 500 тыс. человек и более, а также городов федерального значения утверждаются Минэнерго России [2].

На сегодняшний момент перевод открытой системы теплоснабжения (ОСТ) на закрытую связан со значительным объёмом необходимых инвестиций. С целью повышения экономической эффективности проектов перевода ОСТ на закрытую схему рассмотрены альтернативные варианты модернизации, основным критерием отбора которых являлось сохранение возможности повышения энергетической эффективности при снижении капитальных затрат. Одним из таких вариантов является автоматизация существующих элеваторных узлов, в частности, устройство автоматического управления потреблением тепловой энергии, изображённое на рис. 1.

Регулирование отпуска тепла в данном устройстве осуществляется блоком управления 6 с помощью регулирующего клапана 12, а стабильную циркуляцию теплоносителя независимо от изменения расхода в тепловой сети обеспечивает циркуляционный насос 5 [3]. Достоинством данного устройства является возможность обеспечения теплоснабжения в резервном режиме работы при нарушении электроснабжения потребителей.

Дополнительным вариантом автоматизации элеваторных узлов является струйный аппарат, представляющий собой водоструйный элеватор с регулируемым соплом. Регулирование теплоотпуска в данном аппарате осуществляется путём возвратно-поступательного перемещения дроссельной иглы.



•• Рис. 1. Устройство автоматического управления потреблением тепловой энергии (1 — подающий трубопровод; 2 — водоструйный элеватор; 3 — система отопления; 4 — обратный трубопровод; 5 — циркуляционный насос; 6 — блок управления; 7 — блок измерения температуры наружного воздуха; 8 и 9 — блок измерения температуры теплоносителя; 10, 14 и 16 — запорная арматура; 11 и 15 — обратный клапан; 12 — регулирующий клапан; 13 — электропривод)

мимо своей основной функции устранения гидравлических ударов при закрытии нормально открытого электромагнитного клапана 7, используется также для обеспечения байпасного канала подачи теплоносителя в систему отопления здания 3.

В результате в системе отопления здания 3 циркуляция теплоносителя не прерывается никогда, а расход теплоносителя изменяется нормально открытым электромагнитным клапаном 7. Блок управления 5 управляет работой теплорегулятора 2 на основе информации о температуре наружного воздуха температуры теплоносителя обратной магистрали [5].

чей сетевой воды, подаваемой в здания из прямой линии теплосети теплоносителя, снизить температуру обратной сетевой воды, возвращаемой на ТЭЦ, и увеличить выработку электроэнергии на тепловом потреблении за счёт снижения давления пара в теплофикационных отборах турбин ТЭЦ. Чаще всего в закрытых системах теплоснабжения применяются схемы теплоснабжения жилых зданий с применением зависимой системы с двухступенчатым теплообменником подогрева воды для ГВС и с элеваторной системой отопления, а также закрытая схема с двухступенчатым теплообменником ГВС и независимой системой отопления.

предварительного подогрева водопровод-

ной подогрева воды на 10-15°C. Это меро-

приятие позволяет снизить расход горя-

Прототипом этих схем является закрытая зависимая система ГВС с трёхступенчатым теплообменником (рис. 3). Она содержит теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) 1, трубопровод прямой линии теплосети 2, трубопровод обратной линии теплосети 3, прямой трубопровод 4 внутридомовой системы теплоснабжения, регулирующий вентиль 5, обратный трубопровод 6 внутридомовой системы теплоснабжения, трубопровод подачи горячей воды 7, подогреватель ГВС 11, состоящий из третьей 8, второй 9 и первой 10 ступеней, трубопровод ГВС 12, водоразборные краны ГВС 13, трубопровод подогретой водопроводной воды 14, задвижку 15, трубопровод обратной воды 16, квартирный тепловой пункт ГВС 17, подогреватели системы отопления 18, запорные задвижки 19, трубопровод ХВС 20 и регулирующий вентиль 21.

В отопительный период работы закрытой системы теплоснабжения сетевую воду от ТЭЦ 1 подают по трубопроводу прямой линии теплосети 2 в прямой 4 трубопровод внутридомовой системы теплоснабжения и через открытые запорные задвижки 19 в подогреватели систе-

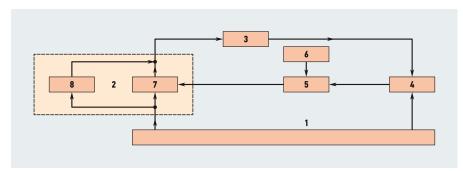


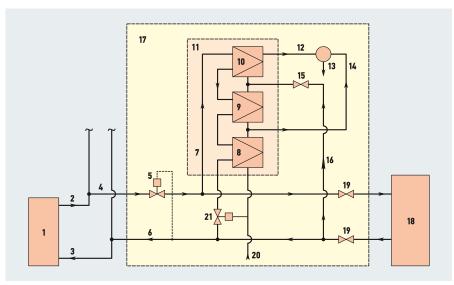
Рис. 2. Способ автоматического управления теплопотреблением (1 — источник тепла; 2 — теплорегулятор; 3 — система отопления; 4 — блок измерения температуры обратной сетевой воды; 5 — блок управления; 6 — блок измерения температуры наружного воздуха; 7 — электромагнитный клапан; 8 — предохранительный клапан)

Достоинством данного устройства является высокая инжекционная способность на всех режимах регулирования, которая обеспечивается за счёт закручивания потока теплоносителя в сопле [4].

Способ автоматического управления теплопотреблением представлен на рис. 2 и осуществляется так: в исходном состоянии теплоноситель от источника тепла 1 через последовательно соединённые теплорегулятор 2, систему отопления здания 3 и блок измерения температуры теплоносителя в обратной магистрали 4 возвращается в источник тепла 1. Предохранительный клапан 8 теплорегулятора 2, по-

Достоинствами данного способа являются возможность обеспечения теплоснабжения в резервном режиме работы при нарушении электроснабжения потребителей и низкая энергоёмкость.

Одним из эффективных способов повышения эффективности теплоснабжения систем горячего водоснабжения зданий при открытых системах теплоснабжения является схема, предусматривающая подогрев холодной водопроводной воды подаваемой в систему ГВС здания сетевой водой, охлаждённой в теплообменниках системы отопления. В зданиях установлены дополнительные теплообменники для



: Рис. 3. Закрытая зависимая система ГВС с трёхступенчатым теплообменником

мы отопления 18. Меньшую часть сетевой воды из прямого трубопровода 4 направляют по трубопроводу подачи горячей воды 7 в трёхступенчатый подогреватель горячего водоснабжения 11, охлаждают в поверхностях теплообмена его ступеней 10, 9 и 8, нагревая в них холодную водопроводную воду. В воду, частично охлаждённую в первой ступени 10 этого подогревателя, подают сетевую воду из обратного трубопровода 6 по трубопроводу обратной воды 16, охлаждённую в подогревателях системы отопления 18. Задвижка 15 открыта. Холодную воду направляют по трубопроводу ХВС 20 в подогреватель ГВС 11, нагревают в ступенях 8, 9 и 10 и по трубопроводу ГВС 12 подают к водоразборным кранам ГВС 13. Часть этой воды нагревают на 10-15°C в ступени 8 подогревателя ГВС 11, используя теплоту сетевой воды, и также направляют к водоразборным кранам ГВС 13. Сетевую воду, охлаждённую в подогревателе ГВС 11 и в подогревателях системы отопления 18, направляют на ТЭЦ 1 через обратный трубопровод 6 внутридомовой системы теплоснабжения и трубопровод обратной линии теплосети 3. Холодную воду по трубопроводу XBC 20 направляют в подогреватель ГВС 11, нагревают в ступенях 8, 9 и 10 и по трубопроводу ГВС 12 подают к водоразборным кранам ГВС 13. При работе закрытой системы в неотопительный период года с тепловой нагрузкой ГВС закрывают запорные задвижки 19 и отключают подогреватели системы отопления 18. Закрывают задвижку 15 и прекращают подачу обратной сетевой воды в подогреватель ГВС 11. Сетевую воду из прямого трубопровода 4 подают по трубопроводу подачи горячей воды 7 в трёхступенчатый подогреватель ГВС 11, а нагретую в его ступенях водопроводную воду подводят по трубопроводу ГВС 12 к водоразборным кранам ГВС 13. Часть водопроводной воды, подогретой в ступени 8 теплом сетевой воды на 10–15°С, направляют к водоразборным кранам ГВС 13. Запорную задвижку 15 закрывают и прекращают подвод обратной сетевой воды по трубопроводу обратной воды 16.

Преимуществом этой схемы является снижении расхода горячей воды, подаваемой в здание, одновременно со снижением затрат потребителей здания на горячую воду. Расчётный анализ показал, что трёхступенчатая схема подогрева воды, подаваемой в систему ГВС, имеет преимущество перед известными схемами теплоснабжения зданий из закрытых систем теплоснабжения. Так, при температуре

Чаще всего в закрытых системах теплоснабжения применяются схемы теплоснабжения жилых зданий с применением зависимой системы с двухступенчатым теплообменником подогрева воды для ГВС

горячей сетевой воды 70°С её расход применительно к этой схеме снижается на 20%, что уменьшает расход сетевой воды, забираемой из теплосети, позволяет подключать к ней дополнительные здания, понижать температуру обратной сетевой воды и увеличивать выработку электроэнергии на тепловом потреблении ТЭЦ.

С учётом разнообразия и индивидуальных особенностей вариантов перевода открытых систем теплоснабжения на закрытую схему, выбор приоритетного варианта также целесообразно выполнять на основании технико-экономического обоснования с учётом следующих факторов: способа и графика регулирования отпуска тепла; типа источника теплоснабжения; уровня тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и ГВС; существующих схем присоединения теплопотребляющих установок; наличия места для размещения теплового пункта и пр.

Таким образом, системы теплоснабжения городов, спроектированные и построенные в прошлом веке, нуждаются в модернизации: старение оборудования приводит к росту затрат на его обслуживание и ремонт, увеличивает потери тепловой энергии и расход топлива, ухудшает экологическую обстановку и приводит к увеличению себестоимости производства электроэнергии и тепла.

Выполнение такой масштабной работы, как технико-экономическое обоснование выбора технических решений по переводу открытых систем теплоснабжения на закрытую схему для каждого потребителя, сопряжено с необходимостью сбора и обработки значительного массива исходных данных, оценки влияния мероприятий по модернизации тепловых пунктов на другие элементы системы теплоснабжения, учёта сопутствующих мероприятий и межотраслевой синхронизации работ в сферах теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения, электроснабжения. Для решения поставленной задачи в рамках разработки и актуализации схем теплоснабжения предусмотрена разработка отдельного раздела «Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы ГВС» в [6]. Комплексная модернизация тепловых пунктов потребителей позволит значительно повысить эффективность потребления тепловой энергии и послужит катализатором дальнейших преобразований в отрасли.

- О теплоснабжении: Федеральный закон РФ от 27.07.2010 №190-ФЗ (рел. от 29.07.2018).
- О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения: Постановление Правительства РФ от 22.02.2012 №154-ПП.
- 3. Патент РФ №2566943. МПК G05D 23/01, F24D 3/02. Устройство автоматического управления потреблением тепловой энергии (варианты) / Хачатуров С.Г., Давыдов А.Г. Патентообл.: ООО «Системы эффективного теплоснабжения». Заявл.: 14.11.2014; опубл.: 27.10.2015.
- Патент РФ №2452877. МПК F04F 5/02. Струйный аппарат / Ф.Н. Галаничев, Ф.Ф. Галаничев. Заявл.: 23.12.2010; опубл.: 10.06.2012.
- Патент РФ №2599704. МПК F24D 19/10. Способ автоматического управления теплопотреблением здания в системе центрального теплоснабжения / В.П. Александров, А.В. Александров, А.Е. Журавлёв, А.Н. Корягин, С.М. Кулагин, П.А. Шомов. Заявл.: 30.09.2015; опубл.: 10.10.2016.
- О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 03.04.2018 №405-ПП.

### Анализ способов утилизации отработанных деревянных железнодорожных шпал

Рецензия эксперта на статью получена 14.04.2023 [The expert review of the article was received on April 14, 2023] Россия занимает третье место в мире после США и Китая по протяжённости железнодорожных путей (около 87 тыс. км). В одном километре ж/д путей уложено от 1500 до 2000 деревянных шпал, каждая из которых пропитана специальным химическим соединением — каменноугольным креозотом. Ежегодно после ремонта железнодорожных путей скапливается большое количество отслуживших свой срок деревянных шпал, в связи с чем появляется необходимость их утилизации наиболее эффективным с экологической и экономической точки зрения способом. Утилизация отработанных шпал актуальна и направлена на сокращение затрат на складирование, освобождение полос отвода ж/д путей. В настоящее время применяются способы утилизации шпал: сжигание, повторное использование, переработка в древесный уголь и газификация.

Предметом исследования являются газогенераторы поперечного процесса. Объектом исследования выступают методы газификации отработанных шпал. Методология работы заключается в литературном поиске и сравнительном анализе исследуемых способов утилизации.

Ежегодно после ремонта железнодорожных путей скапливается большое количество отслуживших свой срок деревянных шпал. Сегодня шпалы складируются на территории предприятий путевого хозяйства, что требует дополнительных финансовых затрат. Также не складированные шпалы занимают полосу отвода железнодорожных путей.

Каждая из уложенных шпал пропитана креозотом — ядовитой, воспламеняющейся, труднорастворимой в воде, маслянистой жидкостью с сильным запахом, получаемой из древесного и каменноугольного дёгтя. Креозот применяется с целью защиты деревянных изделий от воздейст-

Объектом исследования выступают методы газификации отработанных шпал. Методология работы заключается в поиске и сравнительном анализе исследуемых способов утилизации

вия окружающей среды, атмосферных осадков и увеличения срока службы шпал.

Удалить данную пропитку можно различными способами. Однако в силу того, что в ней содержится креозотное вещество, при горении в атмосферу выделяются токсичные вещества, такие как ацетон, бутанол, фенолы и т.д. Эти токсичные вещества вызывают у людей и животных различные заболевания и загрязняют окружающую среду, поэтому утилизация шпал прямым сжиганием (наиболее частый в применении и дешёвый способ) не только не приносит вторичную выгоду от утилизации, но и наносит прямой вред.

В связи с этим были исследованы альтернативные способы утилизации отработанных деревянных шпал, имеющие свои преимущества и недостатки.

Существуют несколько способов утилизации деревянных шпал:

- 1. Сжигание. К преимуществам способа можно отнести быструю скорость процесса, низкую стоимость и достаточно высокую эффективность. Существенным недостатком является образование золы и большой объем выделяемых вредных веществ, которые наносят вред экологии и здоровью людей, так как креозот при данном способе не нейтрализуется.
- 2. Повторное использование. Это фактически безотходное производство, однако шпалы остаются токсичными за счёт своей пропитки, что является прямым вредом жизни и здоровью человека, а значит существенным недостатком.

УДК 662.76.032. Научная специальность: 2.1.3 (05.23.03).

### Анализ способов утилизации отработанных деревянных железнодорожных шпал

**В.П. Рыбальская**, аспирант, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ)

Предмет исследования — газогенераторы поперечного процесса, тема — анализ способов утилизации отработанных деревянных железнодороженых шпал, цель — разработка конструкции газогенератора и обоснование его конструктивных особенностей; исследование влияния газификации в газогенераторах поперечного процесса газификации на процесс утилизации отработанных шпал, методы — литературный и патентный поиск, сравнительный анализ полученных данных, результаты работы— выявление наиболее эффективного и экологически безопасного способа утилизации, применение — объекты инженерной инфраструктуры ОАО «РЖД». Вывод: применение для утилизации отработанных деревянных шпал газогенераторов с поперечным процессом газификации.

**Ключевые слова:** газогенератор, деревянная железнодорожная шпала, генераторный газ, тепловые энергоустановки.

УДК 662.76.032. The number of scientific specialty: 2.1.3 (05.23.03).

### Analysis of ways to dispose of used wooden railway sleepers

V.P. Rybalskya, postgraduate student, the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, <u>St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering</u> (<u>SPbGASU</u>)

The subject of the research is gas generators of the transverse process, the topic is the analysis of methods for recycling spent wooden railway sleepers, the purpose is to develop the design of the gas generator and substantiate its design features; the study of the influence of gasification in gas generators of the transverse gasification process on the process of recycling spent sleepers, methods — literary and patent search, comparative analysis of the data obtained, the results of the work — identification of the most effective and an environmentally safe method of disposal, application — objects of engineering infrastructure of JSC "Russian Railways". Conclusion: the use of gas generators with a transverse gasification process for the disposal of spent wooden sleepers.

**Key words:** gas generator; wooden railway sleeper; generator gas; thermal power plants.

- 3. Переработка в древесный уголь. Преимуществом способа является нейтрализация креозота и дальнейшая переработка шпал в уголь. Несмотря на то, что метод позволяет не только получать, но и хранить теплоту, эффективность установок невелика, и данный способ весьма затратен, а за счёт большого потребления дизельного топлива ещё и неэкономичен. Подобная технология может применяться локально, но не массово.
- 4. Газификация. Данный метод походит на сжигание, только при газификации обезвреживание креозота эффективней, а идея газификации позволяет экономить органическое топливо, поэтому здесь одновременно решаются экологические, экономические и социальные задачи.

Процесс газификации имеет много общего с процессом горения. В основе обоих процессов лежит окисление, то есть химическое соединение восстановителя с окислителем (углерода и водорода с кислородом) [1]. Отличие процессов заключается в том, что при сгорании происходит полное окисление топлива в условиях избытка кислорода, а газификация идёт в условиях дефицита кислорода, при этом полного окисления топлива нет.

При газификации в качестве окислителей или газифицирующих агентов используют кислород или обогащённый им воздух, водяной пар, диоксид углерод, а либо смеси перечисленных веществ. В зависимости от соотношения реагентов, температуры и времени протекания реакции, можно получать газовые смеси разного состава.

Данный способ является наиболее эффективным, поскольку не только утилизируются шпалы, но и получается генераторный газ, который можно использовать как топливо в тепловых энергоустановках с последующим применением полученной тепловой энергии на нужды отопления, вентиляции и ГВС потребителей.

Теория и конструктивное оформление способа газификации, то есть способа получения газообразных топлив из исходных твёрдых топлив, разработаны в настоящее время в значительно меньшей степени, чем оборудование для сжигания органического топлива.

В зависимости от организации подачи окислителя и гранулометрического состава исходного топлива можно выделить следующие схемы способа газификации биомассы:

- □ схема газификации в плотном слое;
- □ схема газификации в кипящем слое;
- схемы газификации в пылевом потоке.
   При газификации в плотном слое топливо в виде крупных твёрдых кусков по-



даётся сверху в шахту газогенератора, где последовательно проходит такие стадии, как подсушка, пиролиз и газификация.

На сегодняшний день известно более 20 видов технологий газификации топлива, поэтому существует большое количество газогенераторов большой и малой мошности.

Все слоевые газогенераторы имеют четыре зоны: зону горения, зону собственно газификации, зону пиролиза и зону сушки. Конструктивно слоевой газогенератор обычно представляет собой шахту, внутренние стенки которой выложены огнеупорным материалом. Как было сказано выше, сверху шахты загружается топливо, а снизу подаётся дутьё. Слой топлива поддерживается колосниковой решёткой.

В зависимости от расположения места подачи воздушного или кислородного дутья в шахту и места выхода газа из шахты газогенератора с плотным слоем различают три типа газогенераторов: газогенераторы прямого процесса газификации; газогенераторы обращённого процесса газификации; газогенераторы поперечного процесса газификации.

Газогенераторы прямого процесса являются самыми ранними из разработанных и простыми аппаратами, используемыми как для газификации биомассы, так и для газификации угля.

При прямом процессе газификации генераторный газ выходит из верхней части шахты, а подача воздушного дутья производится в самой нижней части шахты газогенератора, где и происходит процесс горения углистого остатка топлива с выделением теплоты и продуктов сгорания  $(CO_2 \text{ и } H_2O)$  [2].

Основные преимущества такого газогенератора — это простота, высокая степень выгорания топлива, высокая эффективность, возможность использования топлива различной влажности и фракционного состава. Действительно, зола полностью окисляется и при выгрузке из газогенератора не имеет в своём составе несгоревшего углерода топлива. Содержание пыли в горючем газе мало, вследствие его низкой скорости на выходе из аппарата, а также благодаря «эффекту фильтрации» газа в зонах сушки и пиролиза [3].

Главный недостаток связан с высоким содержанием смол в получаемом генераторном газе, поскольку отбор газов происходит над зоной сушки топлива, где концентрация смол наиболее высокая.

При обращённом процессе газификации подача воздушного дутья осуществляется в средней части шахты газогенератора, где и образуется очаг горения, а генераторный газ отводится из шахты в нижней её части. Главное преимущество газогенераторов обращённого процесса — низкое содержание смол в генераторном газе, поэтому такой газ после обычной фильтрации и охлаждения может быть использован в двигателях внутреннего сгорания.

При поперечном процессе газификации воздушное дутьё подаётся внизу шахты газогенератора с одной стороны, а образующаяся парогазовая смесь (генераторный газ) отводится через отверстия на другой стороне шахты. Эти газогенераторы были разработаны для газификации древесного угля и щепы при температуре процесса около 1500°C.

Главным преимуществом данного метода является возможность работы при малых мощностях. К недостаткам следует отнести низкую эффективность и высокое содержание смол в газе. Именно поэтому такие аппараты не получили широкого распространения.

По механизму процессов газификации, термохимического разложения и подсушки процесс газификации с поперечным дутьём занимает промежуточное положение между прямым и обращённым процессом. И для более широкого применения требует доработки для устранения указанных выше недостатков.

По результатам проведённого анализа научной литературы наиболее актуальным способом утилизации шпал является газификация. Применение газификации для утилизации отработанных шпал обеспечит решение следующих задач: сбережение природных ресурсов, которые будут замещены вторичным сырьём; охрану окружающей среды от воздействия токсичных веществ, которые содержатся в отходах; применение генераторного газа в теплофикационных установках.

- Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон РФ от 23.11.2009 №261-Ф3.
- 2. Гинзбург Д.М. Газификация топлива и генераторные установки. — М., 1938. 386 с.
- Канторович Б.В. Введение в теорию горения и газификация твёрдого топлива. — М.: Металлургиздат, 1961. 355 с.
- Слоевые методы энергохимического использования топлива / Б. Д. Кацнельсон, Ю. Н. Корчунов, А. А. Ливеровский [и др.]. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1962. 188 с. References — see page 80.

### Расчёт и конструирование отопительных приборов из гладких трубопроводов

Рецензия эксперта на статью получена 10.02.2023 [The expert review of the article was received on February 10, 2023] Отопительные приборы в системах отопления служат для передачи теплоты от теплоносителя через стенку прибора воздуху отапливаемого помещения. Рассмотрим гладкотрубные приборы. Такие отопительные приборы могут выполняться в виде змеевика или регистра. При параллельном соединении горизонтальных трубопроводов расход теплоносителя делится, а скорость его движения уменьшается. Если прибор имеет змеевиковую форму, то есть трубы соединены последовательно, то скорость движения теплоносителя (чаще воды) одинакова по всей длине прибора.

Приборы из гладких труб в теплотехническом отношении имеют высокие показатели. Например, коэффициент теплопередачи у них 10,5–14,0 Вт/(м².°С), а это больше, чем у чугунных радиаторов. Однако из-за неразвитой поверхности такие приборы громоздки, занимают много места и стоимость их высока. Указанные приборы имеют гладкую поверхность, и они легко очищаются от осевшей на них пыли.

Большинство авторов рекомендуют изготавливать гладкотрубные приборы из водогазопроводных трубопроводов диаметром Dy от 32 до 100 мм, располагая нитки одна от другой на расстоянии 50 мм больше их наружного диаметра; указанное увенчивает теплоотдачу излучением.

Для конструирования отопительного прибора с требуемой поверхностью нагрева необходимо знать тепловую мощность каждого прибора, его длину, диаметр ниток (в итоге поверхность теплопередачи), параметры теплоносителя и расчётную температуру воздуха в помещении. Кроме перечисленных параметров необходимо определить коэффициент теплопередачи сконструированного прибора. Такое большое количество исходных данных значительно усложняет расчёт и конструирование гладкотрубного прибора, поэтому указанное чаще приходится делать методом последовательного приближения (итерацией).

Большое количество исходных данных значительно усложняет расчёт и конструирование гладкотрубного прибора, и расчёт делается методом итераций

При расчёте и конструировании отопительных приборов из гладких трубопроводов следует учитывать:

- планировочные и строительные решения, предопределяющие основные габариты отопительного прибора, а также диаметр ниток и их количество;
- требуемую тепловую мощность каждого отопительного прибора;
- производства в них по пожароопасности;
- расчётные параметры теплоносителя;
   рабочее давление в тепловой сети;
- расочее давление в тепловой сети;
- расчётную температуру воздуха в помещении;
- □ другое [1].

Кроме того, <u>СНиП 41-01–2003</u> устанавливает определённые требования к выбору и размещению отопительных приборов в помещениих. Например, если в помещении выделяется пыль горючих материалов (категории Б, B1–B3), то отопительные приборы должны иметь гладкую поверхность, а размещение должно допускать лёгкую очистку от пыли и ремонт.

Длина отопительного прибора может быть принята равной длине окна (оптимальный вариант) или определена расчётом, либо длина может быть принята согласно указаниям СНиП 41-01–2003, например, длина прибора должна быть не менее 50% длины светового проёма в производственных зданиях, и др.

Общепринятой методики расчёта и конструирования требуемой поверхности теплоотдачи отопительных приборов из гладких труб в доступной литературе не обнаружено.

Рассмотрим один из возможных вариантов расчёта и конструирования отопительных приборов из гладких трубопроводов с требуемой тепловой мощностью.

УДК 67.53.29. Научная специальность: 2.1.3 (05.23.03).

Расчёт и конструирование отопительных приборов из гладких трубопроводов

**Б. П. Новосельцев**, к.т.н., доцент; **Н. А. Драпалюк**, к.т.н., доцент; **Е. Ю. Дуд-кина**, старший преподаватель, кафедра жилищно-коммунального хозяйства, Воронежский государственный технический университет (ВГТУ)

В статье рассмотрены вопросы конструирования и расчёта отопительных приборов из гладких трубопроводов для систем водяного отопления.

**Ключевые слова:** отопление, выбор отопительных приборов для помещений с выделением пыли, определение тепловой мощности гладкотрубных отопительных приборов (регистров), расчёт и конструирование приборов с требуемой теплоотдачей.

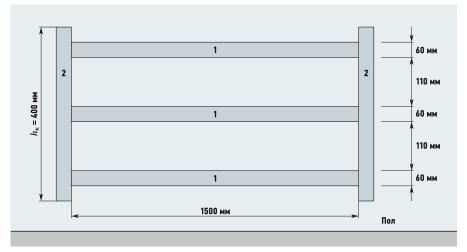
UDC 67.53.29. The number of scientific specialty: 2.1.3 (05.23.03).

Calculation and construction of heating devices from smooth pipelines

**B.P. Novoseltsev**, PhD, Associate Professor; **N.A. Drapalyuk**, PhD, Associate Professor; **E.Yu. Dudkina**, senior lecturer, the Department of Housing and Communal Services, <u>Voronezh State Technical University</u> (VSTU)

The article deals with the design and calculation of heating devices made of smooth pipelines for water heating systems.

**Key words:** heating, selection of heating devices for rooms with dust emission, determination of the thermal power of smooth-tube heating devices (registers), calculation and design of devices with the required heat transfer.



**Рис. 1.** Регистр из гладких труб Dy = 50 мм

Если известны назначение помещения, его габариты, количество и размеры окон, определена тепловая мощность системы отопления  $Q_{\text{с.o}}$  [Вт], то в первом приближении тепловую мощность каждого отопительного прибора  $Q_{\text{пр}}$  можно определить (подразумевая, что под каждым окном будет установлен гладкотрубный прибор) по следующей формуле:

$$Q_{\rm np} = \frac{Q_{\rm c.o}}{n},\tag{1}$$

где  $Q_{\text{с.o}}$  — расчётная тепловая мощность системы отопления, Вт; n — количество окон в помещении, шт. Длину отопительных приборов  $l_{\text{пр}}$  из гладких труб можно принять равной длине окна  $l_{\text{ок}}$ , тогда длина ниток прибора станет известной:

$$l_{\rm np} = l_{\rm ok},$$
 (2) где  $l_{\rm np}$  — длина гладкотрубного отопительного прибора, м.

Например, если длина окна 1,5 м, то и длина прибора может быть принята 1,5 м или меньше, в зависимости от назначения помещения и тепловой мощности прибора (СНиП 41-01-2003), но не менее половины длины окна, тогда  $l_{\rm np} = 0,75$  м (для рассматриваемого случая).

Для получения требуемой теплоотдачи гладкотрубного прибора диаметры ниток могут быть изготовлены из трубопроводов, имеющих разные диаметры.

Следует иметь в виду, что при больших тепловых нагрузках на систему отопления количество приборов в некоторых случаях может быть увеличено, то есть один или несколько приборов могут быть установлены у наружных стен.

В табл. II.23, стр. 267 [1], приведена теплоотдача открыто проложенных трубопроводов [Вт/м] при различных значениях  $t_{\rm II}-t_{\rm B}$ . При отсутствии в указанной таблице необходимых данных последние могут быть приняты по другому источнику или по интерполяции.

Количество теплоты [Вт], которое отдаёт трубопровод, определяют по следующей формуле:

$$Q_{\rm TP} = A \, k \Delta t,\tag{3}$$

где A — площадь внешней поверхности трубопровода, м²; k — коэффициент теплопередачи,  $Br/(m^2 \cdot {}^{\circ}C)$  — принимается по справочным данным, например, [2];  $\Delta t$  — разность между средней температурой теплоносителя и температурой окружающего воздуха (тепловой напор), °C.

Площадь внешней поверхности трубопровода определяют по формуле:

$$A = \pi d_{\rm H} l$$
, (4) где  $d_{\rm H}$  — наружный диаметр трубопровода, из которого изготовлен отопительный прибор, м;  $l$  — длина трубопровода, израсходованная на изготовление прибора, м. Ориентировочные значения коэффициентов теплопередачи отопительных приборов из гладких трубопроводов [Вт/(м²-°C)] определяются по справочным данным [2].

Необходимый (расчётный) диаметр трубопровода [м] для изготовления рассматриваемого отопительного прибора можно определить путём совместного решения уравнений (3) и (4):

$$d_{\rm H} = \frac{Q_{\rm TP}}{\pi l k \Delta t}.$$
 (5)

В формуле (5) две неизвестные величины:  $d_{\rm H}$  и l. Длина трубопроводов l [м], израсходованная на изготовление отопительного прибора, зависит от конструктивных особенностей прибора, а именно длины прибора, диаметра и количества ниток.

Далее поставленная задача решается следующим образом. Необходимо сконструировать отопительный прибор (рис. 1) и определить ориентировочную длину трубопроводов, затем вычислить количество тепла, которое должен отдать один метр трубы (то есть  $q_{\rm Tp}$  [Вт/м]), затем по табл. II.22 [1] и полученной величине  $q_{\rm Tp}$  определить ориентировочный диаметр трубы, после этого уточнить размеры отопительного прибора и т.д.

Дальнейший ход выполнения расчётов рассмотрен более подробно на конкретном примере.

### Пример расчёта и конструирования регистра из гладких труб

Приведём пример расчёта и конструирования отопительного прибора из гладких трубопроводов.

**Исходные данные**. В помещении склада готовой продукции запроектирована вертикальная двухтрубная система водяного отопления тепловой мощностью  $Q_{\text{с.o}} = 5200$  Вт. В качестве отопительных приборов приняты регистры из гладких стальных трубопроводов. Температура воздуха в помещении склада  $t_{\text{в}} = 20\,^{\circ}\text{C}$ . Количество окон размером 1,5×1,5 м — 5 шт. Прокладка трубопроводов открытая, диаметры вертикального стояка и подводок в пределах помещения диаметром 20 мм, параметры теплоносителя  $t_{\text{т}} = 95\,^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{o}} = 70\,^{\circ}\text{C}$ . Присоединение отопительных приборов — по схеме «сверху вниз».

Длина отопительного прибора может быть равна длине окна или определена расчётом, либо длина может быть принята по СНиП 41-01-2003 (длина прибора должна быть не менее 50% длины светового проёма)

**Выполнение.** На основании вышеизложенного количество отопительных приборов принимаем 5 шт., длина ниток регистра — 1,5 м, количество ниток — 3 шт., высота одной колонки — 0,4 м. По формуле (1) определяем тепловую мощность одного прибора (регистра): 5200/5 = 1040 Вт.

Общая длина труб в регистре:

$$\sum l = 1.5 \times 3 + 0.8 = 5.3 \text{ m (puc. 1)}.$$

Длину отопительного прибора (нитки) принимаем 1,5 м (длина окна). Разность температур между средней температурой воды в приборе и воздуха в помещении (тепловой напор) составит:

$$\Delta t_{\rm cp} = 0.5(t_{\rm r} + t_{\rm o}) - t_{\rm B} =$$
  
= 0.5 \times (95 + 70) - 20 = 62.5 °C.

Определим теплоотдачу отопительного стояка и подводок к прибору:

$$Q_{\rm Tp} = q_{\rm B} l_{\rm B} + q_{\rm r} l_{\rm T} = 81 \times 2,8 + 102 \times 0,4 + 60 \times 0,4 + 47 \times 0,4 = 311 \; {\rm BT}.$$

где  $q_{\rm r}$  и  $q_{\rm B}$  — теплоотдача стояка и подводок по табл. II.22, стр. 264 [1].

Требуемая теплоотдача одного регистра (без учёта теплоотдачи стояка и подводок) составит величину

$$Q_{\text{IID}} = 1040 - 311 = 729 \text{ Bt.}$$

Далее необходимо сконструировать регистр (рис. 1). Расстояния между нитками зависят от диаметра ниток, а диаметр пока неизвестен, поэтому общая длина трубопроводов может быть определена ориентировочно.

Общая длина трубопроводов, использованная на изготовление регистра, составляет  $\sum l = 1,5 \times 3 + 0,8 = 5,3$  м.

Регистр состоит из трёх ниток 1 и двух вертикальных колонок 2 (рис. 1).

Учитывая, что теплоотдача регистра должна быть равна 729 Вт, то в среднем один метр трубы регистра передаёт в помещение  $q_{cp} = 729/5,3 = 137,5$  Вт/м. Далее по табл. II.22, стр. 264 [1], определяем диаметр трубопровода, один метр которого при тепловом напоре 62,5°C передаёт 137,5 Вт/м. По указанной таблице определяем, что у трубы диаметром Dy = 40 мм теплоотдача составит 132 Вт/м, а это несколько меньше, чем  $q_{cp} = 137,5$  Вт/м. Труба с условным диаметром Dy = 50 мм отдаёт в помещение 160 Вт/м, что является бо́льшим значением, чем  $q_{cp} = 137,5$  Вт/м. По формуле (5) определяем расчётный диаметр трубы в метрах:

$$d_{\rm H} = \frac{729}{3,14 \times 5,3 \times 10,4 \times 62,5} = 67 \text{ mm}.$$

Согласно данным [1], водогазопроводные трубопроводы диаметром  $d_{\rm H}=67$  мм не изготавливают, поэтому для дальнейших расчётов принимаем трубопровод с условным диаметром  ${\rm Dy}=50$  мм, наружный диаметр трубы 60 мм [1] (табл. III.1, стр. 268).

Определим фактическую теплоотдачу регистра, показанного на рис. 1, изготовленного из трубы  $\mathrm{Dy}=50$  мм; теплоотдача трёх горизонтальных ниток  $q_\mathrm{r}=160\times3=480$  Вт; теплоотдача двух вертикальных колонок  $q_\mathrm{B}=141\times0,8=113$  Вт (табл. II.22, стр. 264 [1]).

Расчётная теплоотдача разработанного регистра (рис. 1):  $Q_{\rm per} = 480 + 113 = 593$  Вт. То есть теплоотдача разработанного регистра меньше, чем требуется по имеющемуся заданию.

Для увеличения теплоотдачи можно использовать регистр, выполненный из трубы диаметром Dy = 65 мм, или установить дополнительный (шестой) регистр в помещении цеха, или удлинить нитки регистра, или др.

Принимаем решение использовать регистр с четырьмя нитками, выполненный из труб Dy = 50 мм.

Проводим поверочный расчёт (представим результаты расчётов):

$$Q_{\rm np}$$
 = 729 BT;  
 $\sum l$  = 1,5×4 + 0,4×2 = 6,8 M;  
 $q_{\rm cp}$  = 729/6,8 = 107,2 BT/M.

Определяем фактическую теплоотдачу регистра, выполненного с четырьмя нитками: теплоотдача четырёх горизонтальных ниток (Dy = 50 мм) составит величину  $q_{\rm r} = 160 \times 4 = 640$  Вт; теплоотдача двух вертикальных колонок (высоту двух



колонок условно не изменяем) составит  $q_{\rm B} = 141 \times 0.8 = 113~{\rm BT};$ 

Суммарная теплоотдача регистра:  $Q_{\rm per} = 640 + 113 = 753~{\rm Bt.}$ 

Тепловая мощность разработанного регистра всего на 24 Вт больше требуемой величины. Следовательно, сконструированный регистр обеспечивает требуемую подачу теплоты для поддержания температуры в помещении +20°C.

Если расчётное значение теплопередачи сконструированного прибора будет равно требуемому значению или отличаться на величину не более 60 Вт, то расчёт считается законченным (см. СНиП 41-01-2003). Если теплопередача сконструированного прибора  $Q_{\text{с.п}}$  окажется больше, чем требуется, то есть  $Q_{\text{с.п}} > Q_{\text{пр}}$ , то следует уменьшить длину ниток (прибора) или диаметр ниток, или принять другое решение и повторить расчёт.

## При конструировании отопительных приборов из гладких труб нужно соблюдать условие, чтобы расход металла на киловатт установленной мощности прибора был минимальным

Если теплоотдача сконструированного прибора  $Q_{\rm c.n}$  будет меньше, чем требуется, то есть  $Q_{\rm c.n} < Q_{\rm np}$ , то можно увеличить длину ниток (прибора) или увеличить количество установленных приборов, или увеличить количество ниток в приборе, то есть прибор сконструировать с четырьмя нитками (при достаточной высоте для установки прибора).

Кроме того, иногда целесообразней увеличить диаметр ниток.

В рассматриваемом случае можно увеличить диаметр ниток, то есть возможно принять Dy = 65 мм при наружном диаметре  $d_{\rm H} = 73$  мм. Однако в доступной литературе [1] в табл. II.22 отсутствуют значения теплоотдачи данной 1 м трубы в [BT/M]. При реальном проектировании необходимо воспользоваться другим источником или принять значения на основе интерполяции. При выполнении учеб-

ного задания проще предусмотреть установку дополнительного отопительного прибора.

Стоимость систем центрального отопления определяется их металлоёмкостью. В зависимости от параметров теплоносителя расход металла на устройство систем водяного отопления изменяется в широких пределах.

Показателем экономической эффективности по расходу металла и в зависимости от параметров теплоносителя может служить показатель теплового напряжения металла отопительного прибора M [BT/(kr·°C)] [3]. Указанный показатель определяют по формуле:

$$M = \frac{Q_{\rm np}}{\Delta t G_{\rm M}},\tag{6}$$

где  $Q_{\rm пp}$  — количество тепла, которое отдаёт прибор, Вт;  $G_{\rm M}$  — масса прибора, кг (для стальной трубы Dy = 50 мм масса 1 м трубы равна 4,38 кг);  $\Delta t$  — разность средней температуры теплоносителя и окружающего воздуха, °C.

Чем больше значение M, тем более экономичным будет отопительный прибор по расходу металла. Очевидно, что увеличение значения показателя M в этом случае связано с уменьшением массы металла прибора без уменьшения его теплоотдачи. Указанное во многом зависит от правильного конструирования отопительных приборов из гладких труб — соблюдения условия, чтобы расход металла на киловатт установленной мощности прибора был минимальным.

По формуле (6) необходимо вычислить показатель экономической эффективности по расходу металла (при параметрах теплоносителя  $t_{\rm r}=95\,^{\circ}{\rm C},\,t_{\rm o}=70\,^{\circ}{\rm C}$ ):

$$M = \frac{729}{25 \times 62,5 \times 4,38} = 0,1065 \text{ BT/(kg·°C)}.$$

### Вывод

Следует также сделать вывод о проведённых нами исследованиях. В данной статье предложена методика конструирования и расчёта отопительных приборов из гладких трубопроводов с требуемой теплоотдачей. •

- Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3-х ч. Ч. 1: Отопление. 4-е изд., перераб. и доп. / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; под ред. И.Г. Староверова, Ю.И. Шиллера. М.: Стройиздат, 1990. 343 с.
- 2. Белоусов В.В. Отопление и вентиляция: учебник. Ч. 1: Отопление. М.: Стройиздат, 1967. 280 с.
- 3. Богословский В.Н., Сканави А.Н. Отопление: учеб. для вузов. М.: Стройиздат, 1991. 736 с.
- Новосельцев Б.П., Драпалюк Н.А., Дудкина Е.Ю. Расчёт и конструирование отопительных приборов из гладких трубопроводов: методич. указания. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023. 23 с.

References - see page 80.



## Микроклимат класса «люкс»: премиальное оборудование для комфортной жизни

Кондиционером в квартире уже никого не удивить. Это и понятно, всем хочется управлять климатом в своём жилище. Но есть проблема. Теперь многие многоэтажки усеяны внешними блоками всех видов и габаритов, которые зачастую портят внешний вид и архитектуру здания. В домах премиального уровня таким «дизайнерским» решениям места точно нет. В жилье класса А+, А и Б всё больше требований предъявляется к визуальной привлекательности системы кондиционирования.

**Автор:** Сергей НИКОНОВ, руководитель департамента промышленного оборудования <u>Dantex Group</u>

Какое же климатическое оборудование способно сохранить облик здания и удовлетворить все ожидания его требовательных жителей? У компании <u>Dantex</u> есть ответ на этот непростой вопрос — <u>Prime</u>.

Мультизональная система кондиционирования <u>Dantex Prime</u> создана для комфорта жителей крупных городов. При её разработке были учтены потребности будущих пользователей, которые премиальный кондиционер может и должен удовлетворить.

Так, внешний блок системы получил очень скромные габариты относительно других моделей центральных систем кондиционирования, благодаря чему он легко прячется в небольшой нише. При этом его мощности достаточно для подключения до десяти внутренних блоков на расстоянии до 60 м от него. За счёт этого внешних блоков на доме становится меньше, и облик здания не теряет первозданный вид.

<u>Prime</u> заботится и о стилистическом единстве квартир. Система имеет, пожалуй, самый большой выбор внутренних блоков в своём сегменте, поэтому для размещения в любом интерьере найдётся хотя бы одна подходящая модель.

Для жителей домов, в которых установлена эта система, открываются уникальные возможности для создания оптимального микроклимата. Prime позволяет регулировать температуру в разных режимах под индивидуальный запрос, тогда как большинство центральных систем кондиционирования работают толь-

Мультизональная система кондиционирования <u>Dantex Prime</u> создана для комфорта жителей крупных городов. При её разработке были учтены потребности премиальных пользователей

ко на охлаждение либо на нагрев воздуха, что не всегда подходит всем жильцам.

Система может работать и на приточной системе вентиляции, при этом охлаждая или нагревая воздух в квартире. Вне зависимости от погодных условий Prime обеспечит чистый воздух комфортной температуры и не пропустит в помещение неприятные запахи, аллергены и пыль, что нередко случается при стандартном проветривании.

Климатическая система работает практически беззвучно, не нарушая покоя домочадцев, и может поддерживать комфортные условия в доме 24 часа в сутки. О затратах на такую продолжительную работу можно не беспокоиться. Усовершенствованная технология холодильного компрессора обеспечит экономное потребление электроэнергии и убережёт от баснословных трат на электричество.

<u>Dantex Prime</u> — это новый уровень качества премиального климатического оборудования. Система поддерживает высокие стандарты, подстраивается под каждого пользователя и обеспечивает комфорт на каждый день. ●

### dantex.ru



\*\* Внутренний блок мультизональной VRF-системы Dantex Prime DM-PAC022-090G/YMF



Внешний инверторный блок VRF-системы Dantex Prime DM-ADC165WLC/F



\*\*\* Внутренний блок мультизональной VRF-системы Dantex Prime DM-PAC056Q4/AF



### Вентиляция предприятий общественного питания: санитарные требования и необходимая документация

Вопрос правильной организации вентиляции является одним из самых важных и потенциально конфликтных при открытии новых и функционировании старых предприятий общественного питания, особенно встроенных в первые этажи многоэтажных жилых домов. Правила проектирования и эксплуатации систем вентиляции объектов общепита имеют свои особенности, которые влияют на условия труда сотрудников и комфортабельность посетителей, а также на безопасность всех заинтересованных лиц.

Авторы: Р.А. РЕВЕНКО, ведущий инженер санитарно-гигиенического отделения Филиала №3 ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербурге и Ленинградской области»; Ф. М. СЕМЁНОВ, ведущий инженер СПбПУ Петра Великого



За последние 30–35 лет санитарные правила и строительные нормы для объектов общественного питания в нашей стране менялись уже неоднократно. Последний раз это произошло с введением новых СанПиН 2.3/2.4.3590–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения», которые действуют с 1 января 2021 года до 1 января 2027 года.

Следует отметить, что само открытие нового предприятия общественного питания сейчас не требует обязательного получения специального разрешения в надзорных органах, а является «уведомительным». Знание и соблюдение всех правил и норм является обязанностью предпринимателей, которые организовывают и руководят впоследствии такими предприятиями, по умолчанию, на принципах добросовестности.

Зачастую в целях оптимизации (уменьшения) затрат на открытие заведений собственники нарушают нормы организации вентиляции, которые не являются, на их взгляд, обязательными. Далее очень часто эта ситуация развивается по негативному для них сценарию — жильцы вышележащих этажей жилых домов, в которые встроены предприятия, или соседних домов начинают обращаться в надзорные органы с жалобами на неприятный запах, шум, вибрации, которые ухудшают условия проживания и отдыха людей. Впоследствии на предприятия приходят проверки, фиксируются нарушения, выписываются штрафы, а при особо грубых нарушениях организации вынуждены приостанавливать свою деятельность на время или навсегда.

Согласно СанПиН 2.3/2.4.3590–20, «... предприятия общественного питания должны быть оборудованы исправными системами вентиляции... система приточно-вытяжной вентиляции производственных помещений должна быть оборудована отдельно от систем вентиляции помещений, не связанных с организацией питания, включая санитарно-бытовые помещения... Зоны (участки) и (или) раз-

мещённое в них оборудование, являющееся источниками выделения газов, пыли (мучной), влаги, тепла должны быть оборудованы локальными вытяжными системами, которые могут присоединяться к системе вытяжной вентиляции производственных помещений. Воздух рабочей зоны и параметры микроклимата должны соответствовать гигиеническим нормативам...».

Если говорить простым языком — помещения для посетителей, а также производственные, складские, административно-бытовые и технические помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией. Вентиляция определённых категорий помещений и оборудования организаций общепита должна быть оборудована отдельно другот друга, а также все системы вентиляции таких предприятий — отдельно от систем вентиляции жилых домов и других организаций, если они встроены в подобные здания.

Зачастую в целях оптимизации (уменьшения) затрат на открытие заведения собственники предприятий обществественного питания нарушают нормы организации вентиляции, которые не являются, на их взгляд, обязательными. Это приводит к штрафам и даже простоям

Зоны помещений или оборудование, являющееся источником выделения различных «вредностей», должны быть оборудованы локальными вытяжными системами в виде локально-вытяжных устройств (зонтов), причём над тепловым модулированным оборудованием желательно использовать современные приточно-вытяжные локальные системы, а над моечными ваннами, посудомоечными машинами и прочим оборудованием, которое выделяет избыточную влагу, — вытяжные локальные системы.

Также в упомянутом выше СанПиН 2.3/2.4.3590–20 есть пункт, предписывающий при размещении предприятий общественного питания в жилых зданиях соблюдение санитарно-эпидемиологических требований к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях (п. 2.11).

В настоящее время действует <u>СанПиН</u> 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

В данном документе дублируется требование о разделении и автономности систем вентиляции общественных организаций, встроенных в жилые дома (п. 128), а также предъявляются требования к качеству атмосферного воздуха в воздухе жилых помещений многоквартирных жилых домов, индивидуальных жилых домов, общежитий и центров временного размещения — оно должно соответствовать гигиеническим нормативам (п. 129). Причём в ранее действующем документе, <u>СанПиН 2.1.2.2645-10</u> «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях», было также прописано требование о том, что шахты вытяжной вентиляции должны выступать над коньком крыши или плоской кровли на высоту не менее 1 м (п. 4.9). Сейчас эта фраза не упоминается, и всё чаще возникают ситуации, когда выброс отработанного вытяжного воздуха от предприятий общественного питания осуществляют через вентиляционные решётки, находящиеся на фасадах зданий прямо под окнами жилых квартир или в непосредственной близости с ними, что сразу же ухудшает качество атмосферного воздуха в воздухе жилых помещений многоквартирных жилых домов.

Какие же процедуры необходимо предусмотреть добросовестным предпринимателям и какие документы надо иметь в случае проверки?

Для начала необходимо обзавестись проектной рабочей документацией на монтаж систем вентиляции, которая может быть выполнена качественно и с соблюдением всех норм, только если ранее также выполнен раздел технологии организации предприятия и технологом выдано задание инженеру-«вентиляционщику». И только после этого, при наличии всех данных (о проектном количестве посетителей, о размещении и марках



технологического оборудования, о количестве и видах выделяемых им вредностей), может быть сделан качественный проект вентиляции этого предприятия.

Затем для воплощения задуманного необходимо обратиться к профессиональной монтажной организации, которая выполнит весь спектр монтажных и пусконаладочных работ и даст на них гарантию. После проведения работ такая организация должна выдать пакет исполнительной документации на монтаж систем вентиляции, который обычно включает в себя: журнал работ, акты входного контроля качества изделий и оборудования, исполнительные схемы систем вентиляции (куда вносятся все изменения относительно проектной документации), акты скрытых работ на их различные виды (монтаж воздуховодов, клапанов, узлов прохода, вентиляторов и прочего вентиляционного оборудования, устройство огнезащиты воздуховодов и т.д.), акты испытаний и приёмки (индивидуального испытания, комплексного опробования), сертификаты и паспорта качества, инструкции по эксплуатации, а также в обязательном по-



рядке — паспорта систем вентиляции после проведения пусконаладочных работ с указанием проектных и фактических расходов по помещениям и ответвлениям систем вентиляции.

Данный перечень исполнительной документации указан в соответствии с <u>СП</u> 73.13330.2016 «Внутренние санитарно-технические системы зданий».

После проведения всех монтажных и пусконаладочных работ и ввода систем вентиляции предприятия общественного питания в эксплуатацию надо не забывать, что системы вентиляции нуждаются в постоянном контроле и эксплуатации квалифицированным персоналом, неисправности должны своевременно устраняться, а системы вентиляции — обслуживаться. Периодически необходимо проводить проверку эффективности систем вентиляции с проведением инструментальных замеров расходов воздуха, а также чистку от отложений воздуховодов систем вентиляции. Для всех этих работ необходимо заключать договор с профессиональной организацией или держать соответствующего специалиста в штате, с закреплением ответственности во внутренних документах предприятия.

Таким образом, при должном и квалифицированном подходе все участники вопроса организации систем вентиляции предприятий общественного питания останутся довольны: системы будут правильно спроектированы, смонтированы и обслужены, на предприятии будет поддерживаться должный микроклимат для посетителей и работников, от жильцов, проживающих в непосредственной близости от данных заведений, не будут поступать жалобы, а надзорные органы не станут осуществлять внеплановых проверок и при выявлении нарушений штрафовать организации.



### Системы с естественным охлаждением

В последние годы многие владельцы зданий, а также компании, обслуживающие объекты недвижимости, всё большее значение придают операционной эффективности систем холодоснабжения с точки зрения затрат электроэнергии. Перспективы роста цен на энергоресурсы предполагают, что эти вопросы станут ещё более актуальными, поскольку экологические проблемы и постоянно растущий уровень эксплуатационных затрат оказывают значительное влияние на процессы проектирования новых и обслуживания уже построенных зданий.

**Автор:** А. А. БИЧЕВ, к.т.н., преподаватель, <u>Институт холодильных систем и пищевых</u> производств (АНО ДПО «ИХС ПП», г. Москва)



Расходы на оборудование для энергосберегающих систем не имели особого смысла во времена дешёвой энергии. В настоящее время эти системы набирают популярность как средство контроля общих затрат в течение жизненного цикла.

Системы естественного охлаждения могут обеспечить значительную экономию для владельцев таких систем. Однако объём доступной потенциальной экономии энергии почти полностью зависит от общей конструкции системы и от выбора оборудования для использования в такой системе. В целом проектировщик должен сбалансировать более высокую стоимость оборудования с большей возможностью экономии энергии. К счастью, эта экономия и связанные с ней расходы поддаются разумному количественному измерению, так что проектировщики, руководствуясь надёжной информацией, могут сделать оптимальный выбор.

Беглый взгляд на любое технико-экономическое обоснование проекта системы холодоснабжения офисного здания или центра обработки данных показывает, что в такой системе больше всего электроэнергии потребляет чиллер. Простая логика сразу приводит к выводу, что максимально возможная экономия энергии достигается путём отключения чиллера.

В этом и состоит цель естественного охлаждения — избежать затрат энергии, связанных с работой холодильной машины.

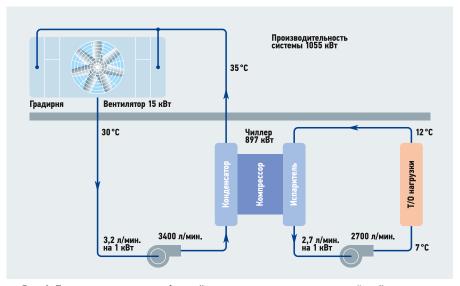


Очевидно, должны быть рассмотрены и какие-то другие способы производства необходимой охлаждённой воды. Например, при подходящих погодных условиях и тепловой нагрузке даже градирня может выступать в качестве источника охлаждённой воды.

Проще говоря, вместо холодильного цикла чиллера для охлаждения воды система естественного охлаждения может использовать более холодный наружный воздух с температурой ниже, чем уставка охлаждённой воды на подаче из чиллера.



В терминологии систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха правильное техническое название процесса — «экономайзер на стороне воды». Многие люди знакомы с тем, как работает экономайзер «со стороны воздуха», но мы говорим именно об экономайзере «со стороны воды». Экономайзер со стороны воздуха обычно используется в крышных кондиционерах или подключается к внутренней вентиляционной установке, позволяя отфильтрованному наружному воздуху поступать в помещение, когда температура наружного воздуха падает ниже +12°C (обычная температура приточного воздуха во внутренних помещениях), тем самым устраняя необходимость запуска холодильного цикла. Внутреннее пространство охлаждается, но система охлаждения не работает, отсюда и название «естественное охлаждение».



:: Рис. 1. Принципиальная схема базовой системы для получения охлаждённой воды

Естественное охлаждение — это эффективный и экономичный метод использования низких температур наружного воздуха. Его можно использовать для охлаждения воды, как в технологических системах поддержания температуры производственного процесса, так и в системах комфортного кондиционирования воздуха.

Использование естественного охлаждения в промышленных системах холодоснабжения на базе чиллеров отличается от решений для охлаждения воздуха внутри зданий, поскольку свежий окружающий воздух не может втягиваться прямо в контур охлаждения чиллера. Поэтому, чтобы использовать преимущества низких температур окружающей среды, в контур холодоносителя необходимо включить теплообменник естественного охлаждения или экономайзер со стороны воды. Этот метод работы использует естественные низкие температуры окружающей среды и при этом обеспечивает снижение затрат на электроэнергию до 70%.

Если рассматривать классическую систему холодоснабжения с помощью охлаждённой воды для систем кондиционирования, а также для большинства промышленных технологических процессов, то для её функционирования требуется холодная вода — намного холоднее, чем может обеспечить градирня в течение обычного лета. Для этих целей проектировщики, как правило, выбирают базовую систему охлаждённой воды, представленную на рис. 1.

В этой системе контур охлаждённой воды переносит теплоту, отводимую от системы кондиционирования воздуха или технологического процесса, и передаёт её хладагенту, который под воздействием этой теплоты кипит в испарителе водоохлаждающей машины (чиллера). Затем

охлаждённая вода возвращается к источнику тепловой нагрузки. Тем временем пары хладагента сжимаются внутри компрессора, добавляя теплоту работы сжатия. Затем хладагент поступает в конденсатор, где его общая добавленная теплота передаётся водяному контуру конденсатора. В итоге это общее количество теплоты отводится в атмосферу через градирню, которая охлаждает воду, циркулирующую в контуре конденсатора, для её последующего возврата в конденсатор чиллера.

Обращаем внимание на тот факт, что общее количество теплоты, сбрасываемое градирней в окружающую атмосферу, превышает фактическую тепловую нагрузку технологического процесса на ко-

Использование естественного охлаждения в промышленных системах холодоснабжения на базе чиллеров отличается от решений для охлаждения воздуха внутри зданий, поскольку свежий окружающий воздух не может втягиваться прямо в контур охлаждения чиллера



личество теплоты (или работы), обусловленное работой компрессора чиллера. В показанной системе сжатия хладагента дополнительная «теплота сжатия» увеличивает нагрузку на градирню примерно на 15–20% по сравнению с нагрузкой, генерируемой технологическим процессом.

Расходы и температуры, указанные на рис. 1, являются типичными для системы кондиционирования воздуха производительностью примерно 1055 кВт, работающей при полной нагрузке в летних условиях. В такой системе обычные производительности насосов составляют 3,2 л/мин. на 1 кВт в водяном контуре конденсатора и 2,7 л/мин. на 1 кВт в контуре охлаждённой воды. Эти значения отражают разницу в теплосодержании между водяным контуром конденсатора и контуром охлаждённой воды и приводят к повышению температуры воды примерно на 5°C в каждом контуре. Как правило, технологические нагрузки не требуют такой низкой температуры, как +7°C, показанной на рис. 1. Типичные технологические процессы могут требовать температур от +12 до +20°C, поэтому в данном примере системы холодоснабжения, температура технологической охлаждённой воды была произвольно выбрана +12°C.

В большинстве случаев основной причиной выбора охлаждённой воды с температурой +7°C является необходимость снижения влажности «кондиционированного» воздуха в летние месяцы. В некоторых системах холодоснабжения даже приходится повторно нагревать воздух до температуры, необходимой для комфорта человека или для поддержания температуры воздуха в технологическом процессе. Поскольку естественная влажность воздуха снижается при понижении его температуры, в «межсезонный» период снижение влажности воздуха практически не требуется или не требуется вообще. Таким образом, в межсезонье обычно допустимы более высокие температуры охлаждённой воды. Как мы увидим позже, эти допустимые более высокие температуры охлаждённой воды дают больше возможностей для использования процессов естественного охлаждения.

В системе холодоснабжения с парокомпрессионным циклом охлаждения эксплуатационные расходы связаны с необходимостью постоянного подвода к компрессору электрической мощности — примерно 0,13–0,18 кВт на 1 кВт холодопроизводительности. Использование градирни для реализации процесса естественного охлаждения позволяет избежать этих эксплуатационных расходов в течение значительного количества дней в году.

### Что такое естественное охлаждение?

Беглый взгляд на рис. 1 показывает, что больше всего энергии в системе холодоснабжения потребляет чиллер. Следовательно, максимально возможная экономия энергии достигается путём отключения чиллера. Повторимся, что цель естественного охлаждения — избежать затрат на энергию, связанных с работой чиллера. Конечно, должны быть доступны какие-то другие способы производства необходимой охлаждённой воды, в том числе, при подходящей тепловой нагрузке и соответствующих погодных условиях, в качестве источника охлаждённой воды может выступать даже градирня.

Как известно, температура холодной воды, поступающей из градирни, снижается по мере снижения температуры воздуха по влажному термометру и/или тепловой нагрузки. При определённой температуре воздуха по влажному термометру температура холодной воды, производимой градирней, будет достаточно низкой, чтобы без помощи чиллера удовлетворить потребности технологического процесса или системы кондиционирования воздуха. При этом, если система трубопроводов определённым образом оборудована, вода из градирни может напрямую отводить теплоту от технологического процесса, избегая затрат электроэнергии на работу компрессора. Как правило, эксплуатационная эффективность системы холодоснабжения, а также и защита от замерзания градирни при отрицательных температурах наружного воздуха диктуют, что расход воды через градирню должен быть постоянным в любое время. То есть очевидно, что снижение тепловой нагрузки на систему холодоснабжения приведёт к уменьшению температурного напора  $\Delta t$ по всей градирне.









Таким образом, типичная система холодоснабжения, показанная на рис. 1, с температурным напором во время работы чиллера 5°С и в условиях полной тепловой нагрузки здания при выключенном чиллере имеет температурный напор порядка 4°С. Точно так же при 75%-й тепловой нагрузке здания система с выключенным чиллером обеспечивает температурный напор порядка 3°С, а при 50% тепловой нагрузки здание обеспечивает температурный напор только 2°С.

Зная эти взаимосвязи, разработчик системы холодоснабжения может базироваться на этих примерах, чтобы охватить практически любую комбинацию тепловой нагрузки и температурного напора.

Итак, эффективная конструкция системы естественного охлаждения зависит от разумного применения указанных выше

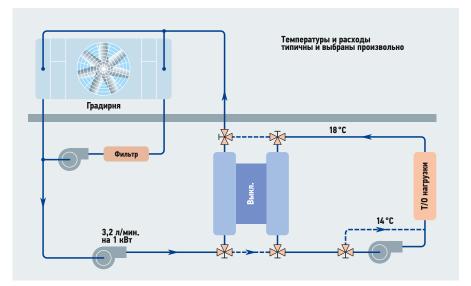
примеров для выбора проектных условий и разработки требований к оборудованию, которые максимизируют возможности процесса естественного охлаждения. Ниже рассмотрены основные типы используемых сегодня решений для систем естественного охлаждения.

Температура холодной воды, поступающей из градирни, снижается по мере снижения температуры воздуха. При определённой температуре воздуха температура холодной воды, производимой градирней, сможет без помощи чиллера удовлетворить все имеющиеся потребности в охлаждении



Когда температура окружающего воздуха падает по крайней мере на 1°С ниже температуры воды на входе в испаритель чиллера, преимущества естественного охлаждения могут начать реализовываться, и внешняя температура окружающей среды может способствовать охлаждению технологического процесса вместо чиллера. Когда температура окружающей среды падает на 3-5°C ниже требуемой температуры подаваемой технологической воды, может быть реализовано общее естественное охлаждение, которое на 100% заменяет работу компрессоров чиллеров и, следовательно, обеспечивает экологически безопасный и экономически эффективный подход к технологическому охлаждению или комфортному кондиционированию воздуха.

**50** 04/2023



: Рис. 2. Принципиальная схема прямого естественного охлаждения воды

### Прямое естественное охлаждение

Простейшей и наиболее термически эффективной (хотя и наименее рекомендуемой) является схема прямого естественного охлаждения (рис. 2). Простая байпасная система физически соединяет контуры воды из конденсатора и контур охлаждённой воды в один общий водяной контур, по которому движется вода между нагрузкой и градирней (штриховые линии — путь потока воды при работе в режиме естественного охлаждения).

Прямое соединение двух водяных контуров позволяет использовать полную производительность градирни. Расход и температуры, указанные на рис. 2, основаны на предположениях о том, что:

1. В режиме прямого естественного охлаждения один из двух насосов циркуляционной воды должен быть зашунтирован (обычно это насос охлаждённой воды). Использование водяного насоса конденсатора поддерживает эффективность градирни, гарантируя, что градирня будет постоянно работать на проектных значениях расхода охлаждаемой воды или почти на этом уровне.

2. Предполагается, что установленная нагрузка остаётся постоянной для технологического охлаждения, но обычно для системы кондиционирования воздуха нагрузка будет меньше, а температура холодной воды +14°C для нагрузки комфортного кондиционирования является приемлемой.

Систему прямого естественного охлаждения по историческим причинам ещё часто называют «циклом с фильтром». Такая система обычно наименее рекомендуется к реализации, потому что смешивание двух потоков воды загрязняет «чистую» охлаждённую воду, проходящую через испаритель чиллера, «грязной» водой из контура конденсатора, проходящей через градирню. Такую ситуацию большинство пользователей не хотят допускать.

Чтобы свести к минимуму вероятность загрязнения поверхностей теплообменника испарителя чиллера в контуре охлаждённой воды, большинство проектировщиков систем с прямым подключением включают устройство фильтрации «бокового потока» для непрерывной фильтрации части общего потока воды.

Фильтр, показанный на рис. 2, следует рассматривать как неотъемлемый компонент системы такого типа.



Расход бокового потока, необходимый для эффективной очистки системы, конечно же, зависит от качества подпиточной воды и окружающего воздуха. Обычно достаточным считается расход, составляющий от 5 до 10% от расхода циркуляционной воды во всей системе.

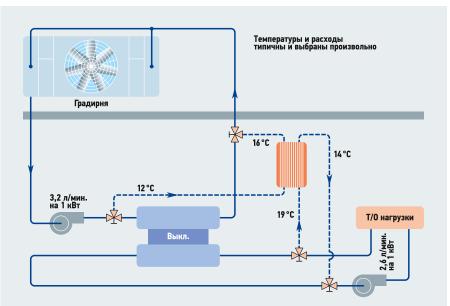
Фильтрация бокового потока, в отличие от фильтрации полного потока, обычно предпочтительнее, поскольку она не увеличивает напорные характеристики системы, а также потому, что её можно по желанию промывать обратным потоком без замены фильтрующего элемента.

### Непрямое естественное охлаждение

Добавление теплообменника, подключённого к параллельному байпасному контуру с чиллером, обеспечивает полную изоляцию контуров охлаждённой воды и воды в контуре конденсатора во время режима естественного охлаждения (рис. 3).

Пластинчатые теплообменники типа «жидкость — жидкость» обычно приемлемы для умеренных температур и низких давлений, возникающие в этих водяных контурах. Кроме того, поскольку пластинчатый теплообменник может нормально функционировать даже при небольшом перепаде температур (в зависимости от размера до 1°С), он позволяет разделить водяные контуры с минимальным ущербом для возможности реализации эффекта естественного охлаждения.

Как показано на рис. 3, работа в режиме естественного охлаждения при полной тепловой нагрузке приводит к повышению температуры на 5,5°С в теплообменнике нагрузки и 4,5°С в градирне. Диапазон градирни составляет всего 4,5°С, потому что теплота от работы компрессора



:: Рис. 3. Принципиальная схема непрямого естественного охлаждения воды

была устранена, а нормальная разница в скорости потока в отдельных водяных контурах требует всего  $\Delta t = 4,5$ °С в градирне. Тем не менее, градирня должна производить воду с температурой +13°C, чтобы обеспечить температуру воды +14°C на выходе из теплообменника нагрузки, при условии, что теплообменник был выбран для перепада температур 1°С. В то время как теплообменник «жидкость — жидкость», требующий разницы температур всего в 2°С, очевидно, экономит на стоимости оборудования, его использование уменьшит количество часов работы естественного охлаждения. Потребуется холодная вода из градирни с температурой +12°C. Потенциальная экономия (за счёт более низкой стоимости теплообменника) должна быть сопоставлена с дополнительными затратами на непрерывную работу чиллера в часы, потерянные из-за потребности в более холодной воде.

Потери давления в теплообменнике также имеют первостепенное значение. Потеря давления теплообменника со стороны градирни не должна превышать потерю давления в конденсаторе. В противном случае градирня будет потреблять меньше воды, чем её расчётный расход, и её эффективность пострадает.

### Потеря давления теплообменника со стороны градирни не должна превышать потерю давления в конденсаторе. Иначе градирня будет потреблять меньше воды, чем её расчётный расход, и её эффективность пострадает

С другой стороны, для снижения потерь давления могут потребоваться клапаны-регуляторы потока воды в байпасной ветви контура конденсатора, чтобы предотвратить избыточный поток воды через градирню и аналогичную потерю эффективности. Иногда внимание к гидравлическим сопротивлениям теплообменника должно иметь приоритет над оптимизацией разницы температур в нём.

В дополнение к очевидному преимуществу отдельных водяных контуров система непрямого естественного охлаждения также позволяет оператору системы изолировать чиллер для сезонного планово-профилактического обслуживания.

Правильно спроектированная система непрямого естественного охлаждения позволяет почти максимально использовать холод окружающей среды, а также предлагает очевидные преимущества в эксплуатации и обслуживании системы.









### Система естественного охлаждения с помощью миграции хладагента

Данный метод основывается на передаче теплоты от окружающей среды с низкой температурой к потоку воды через испаритель затопленного типа, применяемый в водоохлаждающих машинах с центробежными компрессорами. Многие производители чиллеров предлагают комплект принадлежностей, позволяющий использовать метод естественного охлаждения, показанный на рис. 4.

В этом случае, когда компрессор выключается, открываются клапаны, обеспечивая свободное перемещение паров хладагента из испарителя в конденсатор и жидкого хладагента из конденсатора в испаритель. Поскольку процесс теплопередачи ограничен в основном фазовым переходом хладагента, тепловая нагрузка таких систем редко превышает примерно 25–35% от полной тепловой нагрузки. Температуры, показанные на рис. 3, основаны на нагрузке в 25%.

В дополнение к ограниченной тепловой нагрузке системы этого типа холодная вода из градирни обычно должна иметь температуру не выше +7°С, чтобы обеспечить достаточную теплопередачу. Это требование ограничивает использование данной системы относительно небольшим количеством дней в году. И, конечно же, требование работы системы холодоснабжения с полной тепловой нагрузкой полностью исключало бы использование системы такого типа.

### Распределение тепловой нагрузки

Выше было показано, что температура холодной воды из градирни снижается при снижении температуры воздуха по влажному термометру и тепловой нагрузки на систему холодоснабжения. Кроме того, известно, что холодопроизводительность и потребляемая мощность компрессора также уменьшается при снижении тепловой нагрузки на систему, что, как правило, приводит к снижению температуры воды в конденсаторе.

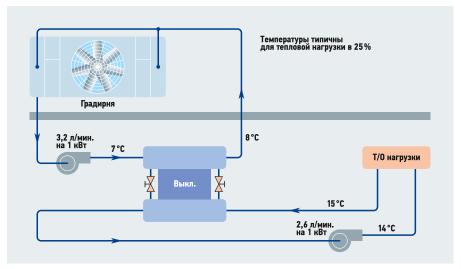
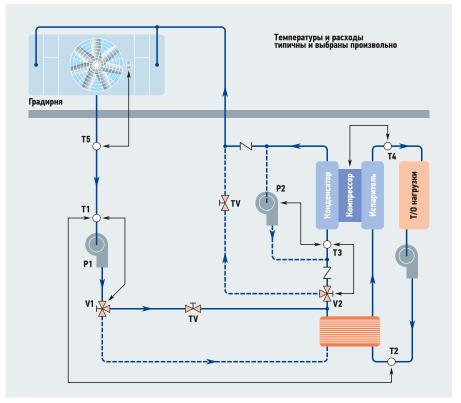


Рис. 4. Принципиальная схема естественного охлаждения воды с помощью миграции хладагента



:: Рис. 5. Упрощённая схема «распределения нагрузки» в системе холодоснабжения

Используя эти факты, проектировщик может разработать систему «распределения нагрузки», как это показано в упрощённой форме на рис. 5. В этой системе пластинчатый теплообменник, установленный последовательно перед чиллером, постепенно снижает нагрузку на чиллер и в итоге приводит к достижению полного естественного охлаждения.

Последовательность работы такой системы будет примерно следующей:

1. По мере снижения температуры окружающей среды и/или тепловой нагрузки на систему холодоснабжения температура, определяемая термостатом Т1, начнёт приближаться к температуре, определяемой термостатом Т2. Как только температура в точке Т1 становится ниже, чем в точке T2, трёхходовой клапан V1 переустанавливается так, чтобы весь поток из градирни проходил через пластинчатый теплообменник. Вследствие этого снижается тепловая нагрузка на чиллер. Этот процесс продолжается до тех пор, пока тепловая нагрузка на чиллер не станет равной нулю. До тех пор, пока трёхходовой клапан V1 не будет переустановлен, вся вода из градирни течёт через дроссельный клапан (TV) напрямую в конденсатор. Это необходимо для того, чтобы водяной насос конденсатора (Р1) имел постоянный напор и, следовательно, чтобы градирня работала с проектным расходом воды. Гидравлическое сопротивление на дроссельном клапане (TV), разумеется, должно равняться расчётному гидравлическому сопротивлению пластинчатого теплообменника со стороны градирни.

2. Большинство чиллеров рассчитаны на определённую температуру воды в конденсаторе, ниже которой становится невозможным дальнейшее снижение рабочей производительности компрессора, а также могут возникнуть проблемы с изменением напора насоса в контуре конденсатора. Следовательно, термостат Т3 должен определять эту температуру и регулировать положение трёхходового клапана V2. Важно, чтобы клапан V2 не мог перейти в положение полного байпаса. В этом дополнительном (вторичном) байпасном контуре также имеется дроссельный клапан (TV), гидравлическое сопротивление которого должно быть равно гидравлическому сопротивлению в конденсаторе при полном расходе. Термостат Т3 также должен активировать вспомогательный насос Р2 в третичном байпасном контуре. Этот контур обеспечивает источник теплоты (выходящей из конденсатора) для поддержания температуры воды в конденсаторе на приемлемом уровне и обеспечивает надлежащий поток теплоносителя через конденсатор.

Насос Р2 должен быть рассчитан на обеспечение, по крайней мере, минимально необходимого расхода в конденсатор при расчётном гидравлическом сопротивлении в конденсаторе.

Клапан V2 всегда должен обеспечить, по крайней мере, небольшой расход воды через конденсатор, чтобы термостат Т3 имел возможность фиксировать значимую для измерения температуру воды. Так обеспечивается оптимальная модуляция трёхходового клапана V2.

- 3. В итоге, если термостат Т4, который измеряет температуру воды на выходе из испарителя чиллера, обнаружит температуру, которая при определённой тепловой нагрузке будет ниже требуемой по проекту, то компрессор выключится. Пусковые устройства компрессора должны быть связаны с пусковым устройством насоса Р2 таким образом, чтобы насос не был включён, пока на компрессор не подаётся сигнал на включение. При желании термостат Т4 можно также использовать для управления клапаном V2, который направлял бы поток теплоносителя через конденсатор либо дроссельный клапан (TV) вторичного байпасного контура.
- 4. С этого момента будет достигнут режим полного естественного охлаждения, и термостат Т5 начнёт управлять работой вентилятора или вентиляторов градирни для поддержания заданной температуры охлаждённой воды из градирни и дальнейшего энергосбережения.

### Преимущества естественного охлаждения

Какой бы вариант естественного охлаждения ни был выбран, преимущества остаются неизменными:

- 1. Обеспечивается надёжность системы холодоснабжения, поскольку такая система постоянно контролирует температуру процесса и в зависимости от климатических условий автоматически переключается со 100%-й нагрузки на компрессор на частичное или полное естественное охлаждение.
- 2. Каждый метод естественного охлаждения экономит энергию и эксплуатационные расходы, поскольку использует температуру окружающего воздуха вместо работы компрессоров чиллера, охлаждающих технологическую жидкость.
- 3. Использование технологии естественного охлаждения снижает износ компонентов чиллера и, следовательно, снижает стоимость жизненного цикла.
- 4. Периоды окупаемости могут быть очень короткими, в зависимости от потребностей в охлаждённой воде и необходимой температуры на выходе из системы холодоснабжения, а также от диапазона температур окружающей среды в регионе использования. Например, система холодоснабжения больницы в южном регионе, если в операционной используется охлаждённая вода с температурой +4°C, может окупить капитальные вложения примерно за пять лет, тогда как центру обработки данных в умеренной климатической зоне может потребоваться меньше года, если температура охлаждённой воды для теплоотвода от серверов составляет 21 °C.

### Управление работой систем естественного охлаждения

Работа этих систем является достаточно надёжной и в то же время удивительно простой. Включение системы холодоснабжения в режиме естественного охлаждения осуществляется через регулирующий трёхходовой клапан, подключённый к системе «умного» здания, управляющей функционированием системы кондиционирования, или к системе управления технологическим процессом. Трёхходовой клапан полностью настраивается на желаемую пользователем температуру активации режима естественного охлаждения. 1. Высокая температура окружающей среды. В летний период при высоких значениях температуры наружного воздуха возможность естественного охлаждения отсутствует, поэтому теплообменники или модули естественного охлаждения не используются, а будет использоваться 100% механическое охлаждение. Трёхходовой клапан системы будет направлять весь поток жидкости через испарители чиллеров для охлаждения до установлен-

ной температуры.

2. Межсезонье или предварительное охлаждение. В зависимости от технических требований к системе холодоснабжения трёхходовой клапан может начать открываться и направлять поток охлаждённой воды к теплообменникам естественного охлаждения при температуре наружного воздуха на 1-2°C ниже уставки температуры охлаждённой воды в чиллере. Эта разность температур между заданной температурой и активацией естественного охлаждения намного ниже, чем кажется непосвящённому человеку, который не знает всех особенностей систем с использованием воздуха для охлаждения. Таким образом, если система работает при стандартной температуре охлаждённой воды 6°C, она начнёт использовать естественное охлаждение, когда температура наружного воздуха по сухому термометру достигнет 5°С. При этих температурах по-прежнему может потребоваться механическая система охлаждения для обеспечения полной холодопроизводительности системы, однако теперь тепловая нагрузка будет распределяться, и система будет использовать максимальные возможности окружающей среды. Вода частично охлаждается, проходя через фрикулер или интегрированный теплообменник естественного охлаждения, а затем проходит через испаритель чиллера для достижения требуемой заданной температуры. Таким образом, происходит предварительное охлаждение воды, поступающей в чиллер.



3. Зимняя эксплуатация. Как только температура наружного воздуха становится на 3-5°C ниже заданного значения охлаждённой воды, система холодоснабжения может достигать 100% своей производительности с помощью теплообменников естественного охлаждения. В этот момент трёхходовой клапан будет на 100% открыт, пропуская поток воды в теплообменник естественного охлаждения, а механическая система охлаждения будет отключена. Разумеется, в случае чиллера с интегрированным водяным теплообменником вентиляторы конденсатора продолжат нагнетать через него окружающий воздух, но при этом частота их вращения будет регулироваться автоматически в зависимости от температуры окружающей среды, что ещё больше увеличит экономию энергии. Единственная электроэнергия, используемая системой в зимнем режиме, предназначена для работы вентилятора. Вода будет полностью охлаждаться в теплообменнике естественного охлаждения, поэтому энергопотребление сведётся к минимуму.

4. Ограничения. Работа системы естественного охлаждения должна прекратиться, когда потребность в охлаждении или тепловая нагрузка на систему холодоснабжения становится меньше холодопроизводительности естественного охлаждения. При этом трёхходовой клапан начинает постоянно дросселировать жидкость, чтобы избежать её переохлаждения и поддерживать заданное значение. В северном климате для снижения риска замерзания теплообменников в контуре естественного охлаждения должен быть использован раствор антифриза с соответствующим программированием предельной температуры. Однако в южном климате, если в системе естественного охлаждения будет использоваться чистая вода, должно быть введено ограничение точки замерзания и прекращения работы системы — не ниже +1 °C.

Стоимость оборудования для естественного охлаждения должна быть сопоставлена с предполагаемой стоимостью сэкономленной энергии, которая высока во многих регионах

### Возможности естественного охлаждения

Возможности системы естественного охлаждения можно оценить количеством часов в году, которое данная система может работать от 0 до 100% своей производительности. Посредством определённого выбора, сделанного в процессе проектирования системы, определяется перечень её возможностей. При этом определяют три основных фактора, находящихся под контролем проектировщика: расчётная температура охлаждённой воды, мощность теплообменника для системы непрямого охлаждения и выбранная производительность градирни.

Двумя другими важными переменными, которые также необходимо учитывать, являются: профиль тепловой нагрузки и местные погодные условия. Очевидно, что они находятся вне контроля проектировщика, но учёт их влияния может помочь оптимизировать конструкцию системы естественного охлаждения и сбалансировать первоначальные затраты с потенциальной экономией, которая будет получена при эксплуатации.

Снижение тепловой нагрузки, очевидно, также влияет на возможности использования естественного охлаждения. Например, типичное для комфортного кондиционирования воздуха в межсезонье снижение нагрузки на 50 % позволяет переключиться на режим естественного охлаждения при температуре по влажному термометру примерно на 5 °С выше, чем допускает работа системы с полной нагрузкой. Учитывая географические различия, это может добавить от 500 до 2000 ч к годовой эксплуатации естественного охлаждения.

Технологические нагрузки, хотя не такие переменные, как в системах кондиционирования воздуха, имеют тенденцию быть гораздо менее сезонными в своих колебаниях. Чтобы в полной мере использовать возможности естественного охлаждения, технологическим системам может потребоваться более сложная система управления для автоматического переключения с чиллера на естественное охлаждение и обратно. Для этого были разработаны системы распределения нагрузки, которые оптимально адаптируется к такой изменчивости.

В конечном счёте стоимость оборудования для естественного охлаждения должна быть сопоставлена с предполагаемой стоимостью сэкономленной энергии. Во многих регионах стоимость электроэнергии достаточно высока, чтобы оправдать даже ограниченное использование естественного охлаждения.

**54** 

2-я Международная выставка оборудования, технологий и услуг для вентиляции, кондиционирования и холодоснабжения бытовых, коммерческих и промышленных объектов



- 5 068 уникальных посетителей из 73 регионов и 11 стран
- · 14 323 посетителя выставки Aquatherm Moscow также планировали посещение выставки AIRVent 2023
- · 72% посетителей AIRVent планируют закупить продукцию участников\*

Одновременно с крупнейшей в России выставкой комплексных инженерных решений для отопления, водоснабжения, канализации и бассейнов



6-9.02.2024

Москва, Крокус Экспо airventmoscow.ru

Узнать условия участия









# Возобновляемая энергетика России: академические научные школы ОИВТ и ВИМ-ВИЗСХ. Обзор

Традиции советских академических научных школ в сфере возобновляемой энергетики в наше время в основном продолжают <u>ОИВТ РАН</u> и его филиал -ИПГиВЭ, а также научный центр РАН — ФНАЦ «ВИМ». <u>ОИВТ РАН</u> специализируется на солнечной электрои теплогенерации, геотермальной теплогенерации и биотопливе для электро- и теплогенерации. Во ФНАЦ «ВИМ» в 2021 году продолжались исследования по солнечной электрогенерации и технологиям получения биотоплива.

Автор: В.А. БУТУЗОВ, д.т.н., <u>Кубанский</u> государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина (<u>КубГАУ</u>, г. Краснодар)



### Введение

Возобновляемая энергетика (ВЭ) в России по итогам 2021 года имела установленную мощность 55,3 ГВт с выработкой электрической энергии 216,3 ТВт·ч/год, в том числе: ГЭС — 50 ГВт, 210 ТВт·ч/год; ВЭС — 2,035 ГВт, 3,622 ТВт·ч/год; СЭС — 1,961 ГВт, 2,254 ТВт·ч/год; а также ГеоЭС — 0,074 ГВт, 0,422 ТВт·ч/год.

Согласно государственной программе поддержки ДПМ ВИЭ 2.0, утверждённой Распоряжением Правительства РФ от 1 июня 2021 года №1446-р, до 2035 года планируется увеличить установленную мощность системных ВЭС, СЭС и малых ГЭС (МГЭС) до 11 ГВт. В России успешно работает система государственного регулирования развития ВЭ с отбором проектов, гарантированным доступом на оптовый рынок электроэнергии, льготными тарифами. Налажен выпуск оборудования ветроэнергетики и фотоэлектрических преобразователей на отечественных предприятиях. Подготовкой эксплуатационных и научных кадров занимаются 13 учреждений. Научные исследования в области ВЭ ведут в основном Объединённый институт высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН, г. Москва) с его филиалом — Институтом проблем геотермии и возобновляемой энергетики (ИПГиВЭ, г. Махачкала), научное учреждение РАН — Федеральный научный агроинженерный центр «ВИМ»

(ФНАЦ «ВИМ», г. Москва) и пять вузов: Московский энергетический институт (НИУ «МЭИ»), Научно-исследовательская Лаборатория возобновляемых источников энергии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (НИЛ ВИЭ МГУ), Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ), Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ, г. Екатеринбург) и Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ, г. Челябинск) [1].

Традиции академических научных школ возобновляемой энергетики эпохи СССР в основном продолжают <u>ОИВТ РАН</u> и его филиал <u>ИПГиВЭ</u>, а также научный центр РАН — <u>ФНАЦ «ВИМ</u>».

В России успешно работает система государственного регулирования развития возобновляемой энергетики с отбором проектов, гарантированным доступом на оптовый рынок электроэнергии, льготными тарифами. Налажен выпуск оборудования ветроэнергетики и фотоэлектрических преобразователей на отечественных предприятиях. Подготовкой эксплуатационных и научных кадров занимаются 13 учреждений





23 Объединённый институт высоких температур РАН (ОИВТ РАН) — один из крупнейших научных центров России в области современной энергетики и теплофизики. Учреждение ведёт своё начало с 1960 года — года создания Лаборатории высоких температур АН СССР. За прошедшие 63 года институт из небольшой научной лаборатории при Московском энергетическом институте (ныне — НИУ «МЭИ») превратился в ведущий научный центр страны в области энергетики и теплофизики экстремальных состояний.

Основными направлениями деятельности Объединённого института высоких температур РАН являются: решение проблем создания эффективной, безопасной, надёжной и экологически безопасной современной энергетики, в том числе атомной, водородной, авиационной, космической и криогенной; исследования теплофизических, электрофизических, оптических и динамических свойств веществ и низкотемпературной плазмы в широком диапазоне параметров, включая экстремальные; исследования процессов тепло- и массообмена, физической газо- и плазмодинамики, преобразования видов энергии; исследования в области теплофизики интенсивных импульсных воздействий на вещество, материалы и конструкции; разработка методов и создание средств генерации высоких плотностей энергии; исследования в области энергоресурсосбережения и энергоэффективных технологий, химической энергтики, повышения эффективности использования природных топлив и сырья, использования возобновляемых источников энергии.

### Солнечная энергетика в ОИВТ РАН

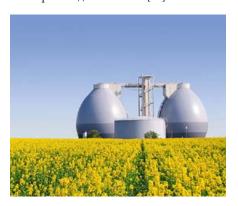
Ведущим специалистом ОИВТ РАН по солнечной энергетике, базам климатических данных, экономике ВЭ, фотоэнергетике, перспективам ВЭ является ученик и преемник члена-корреспондента РАН Э. Э. Шпильрайна — д.т.н. О. С. Попель [2]. Круг его научных интересов весьма широк. В его кандидатской диссертации [3] и в статьях на её основе им были изложены результаты исследований солнечных прудов и солнечных холодильных установок. Под руководством О.С. Попеля в 2010 году был создан «Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России» [4], а совместно с НИЛ ВИЭ МГУ геоинформационная система «Возобновляемые источники энергии России» (gis-vie.ru). В статье [5] представлены результаты исследований по эффективности солнечных водонагревательных установок, а в статье [6] — по конкурентоспособности фотоэлектрической микрогенерации на территории РФ.

О.С. Попель и его ученик А.Б. Тарасенко с 2015 года занимаются анализом технологий создания фотоэлектрических преобразователей и развития фотоэнергетики в России [7], а совместно с к.т.н. С.Е. Фридом — солнечных тепловых коллекторов [8]. В статье [9] представлены результаты разработки пластиковых солнечных коллекторов и солнечной водонагревательной установки аккумуляционного типа из полимерных и композиционных материалов. Перспективы развития возобновляемой энергетики изложены в совместной монографии В.Е. Фортова и О.С. Попеля [10]. О.С. Попель является автором пяти монографий, более 300 научных статей и 30 патентов. Он подготовил к защите четырёх кандидатов наук по специальностями в сфере ВЭ.

К.т.н. С.Е. Фрид является специалистом по математическому моделированию установок солнечного теплоснабжения и фотоэлектрических электростанций. Он занимается солнечными холодильными машинами, исследованиями характеристик солнечного излучения [4], экономической целесообразностью использования солнечных водонагревательных установок в России [5]. В статье [11] представлены типичные параметры и тенденции их изменения современных солнечных коллекторов. Результаты разработки пластиковых солнечных коллекторов, солнечной водонагревательной установки аккумуляционного типа из полимерных и композиционных материалов изложены в статье [9]. С. Е. Фрид развивает новое направление в солнечной энергетике — использование фотоэлектрической генерации для горячего водоснабжения [12].

### Биоэнергетика в ОИВТ РАН

Ведущим научным специалистом России по биоэнергетике является заведующий лабораторией распределённой энергетики д.т.н. В.М. Зайченко. В составе лаборатории 33 человека, в том числе пять д.т.н., 11 к.т.н. В области научных интересов В. М. Зайченко: технологии получения биотоплив из биомассы, распределённая энергетика, концепции развития энергетики с использованием ВИЭ. ОИВТ РАН является ведущей научной организацией страны по торрефикации биомассы, при которой удельная теплота сгорания увеличивается до 20%. В.М. Зайченко разработал технологии и конструкции реакторов для низкотемпературного пиролиза биомассы с подвижным слоем и дополнительным подводом тепла с управляемой экзотермической реакцией и реакторов с псевдосжиженным слоем, определены виды обрабатываемой биомассы и их производительности [13].



Им предложена двухстадийная пиролитическая технология переработки биомассы в синтез-газ (смесь водорода и оксида углерода с удельной теплотой сгорания 9–15 МДж/м³). На первой стадии получают биоуголь и парогазовую смесь, а на второй при температуре 1000°С в контакте с водяным паром и двуокисью углерода образуется синтез-газ с эффективностью преобразования энергии биомассы 0,63–0,74, что в 4,5 раза выше традиционного пиролиза.



Результаты исследований по распределённой энергетике представлены в книге [14], написанной д.т.н. В. М. Зайченко совместно с к.т.н. А. А. Чернявским, в которой анализируются особенности выбора основного электрогенерирующего оборудования малой мощности (паровые, газовые и парогазовые турбины, дизель-генераторные и газопоршневые установки) и их совместной работы с электрогенерацией на основе ВИЭ. Выполнен анализ эффективности инвестиций в создание малых газопоршневых электростанций, автономных энергоустановок с энергоагрегатами на традиционных и возобновляемых энергоресурсах.



В.М. Зайченко работает над новой концепцией развития российской энергетики с использованием ВИЭ, в которой приоритетное место отводится биоэнергетике [15]. Совместно с институтом «Ростовтеплоэлектропроект» выполнены сравнительные технико-экономические расчёты российских АЭС, ТЭС, ГЭС, ВЭС и СЭС. В.М. Зайченко имеет более 320 печатных научных работ. В аспирантуре ОИВТ РАН он подготовил шесть кандидатов наук со специализацией по ВИЭ.



№ Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики (ИПГиВЭ) — филиал Объединённого института высоких температур (ОИВТ) РАН в городе Махачкале — был организован в 1980 году согласно Постановлению Президиума АН СССР от 19 июня 1980 года №571. Основными направлениями научной деятельности ИПГиВЭ являются: теплофизика, гидродинамика и теплообмен в системах геотермальной энергетики; изучение пространственно-временной структуры геотермальных полей; научно-технические основы извлечения и комплексного освоения геотермальных энергетических ресурсов; создание ресурсосберегающих энергоэффективных технологий на основе геотермальной энергии в сочетании с другими возобновляемыми источниками энергии. Институт проблем геотермии проводит исследования в области теплоэнергетики, по комплексным и специальным разделам механики, в том числе изучающим движение жидкостей и газов в пористых средах; по теплофизике многокомпонентных водно-солевых и водно-органических систем при высоких параметрах состояния; по геотермии — в области геолого-геофизических исследований структуры геотермического поля Северокавказского региона.

### Геотермальная энергетика в OUBT PAH

Лидером научных исследований в области геотермальной энергетики России является Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики (ИПГиВЭ) Объединённого института высоких температур (ОИВТ) РАН — филиал ОИВТ РАН в городе Махачкале. Основными направлениями научных исследований ИПГиВЭ являются: теплофизика, гидродинамика и теплообмен в системах геотермальной энергетики, изучение пространственновременной структуры геотермальных полей, научно-технические основы извлечения и комплексного освоения геотермальных энергетических ресурсов; создание ресурсосберегающих технологий в сочетании с другими возобновляемыми источниками энергии.



В составе Института проблем геотермии шесть научных лабораторий: энергетики, геотермомеханики, комплексного освоения возобновляемых энергоресурсов, теплофизики возобновляемой энергетики, физико-химии термальных вод и экологии, аккумулирования низкопотенциального тепла и солнечной энергии. В институте работают 127 человек, в том числе 73 научных сотрудника, из которых 20 докторов и 29 кандидатов наук.

Главным научным специалистом Института проблем геотермии является его руководитель — д.т.н., профессор А.Б. Алхасов, работающий там со дня основания. Он автор шести монографий по геотермальной энергетике, в том числе по ресурсам и технологиям [16], освоению низкотемпературного тепла [17]. В кните [18] им описаны перспективы освоения геотермальных ресурсов Восточного Пред-



кавказья; энергоэффективные технологии использования геотермальных ресурсов разного энергетического потенциала и их комбинирования с другими видами ВИЭ; процессы тепломассообмена в геотермальных горных пластах; технологии водоподготовки геотермальных вод; технологические решения использования высокотемпературных рассолов с извлечением химических компонентов.

А.Б. Алхасов — автор более 300 научных статей. В работе [19] представлены результаты исследований перспектив освоения высокотемпературных (до 200 °С), высокоминерализованных (до 200 г/л) геотермальных энергоресурсов Тарумовского месторождения в Республике Дагестан с высоким содержанием лития, рубидия, цезия, йода, брома, бора, магния и стронция, с преобладанием ионов хлора и натрия при величинах дебита скважин до 1600 м³/сут. Газовый фактор составил до 4,5 м³/м³, в том числе содержание углеводородов — до 87%.

**58**04/2023

Разработана технологическая схема с получением карбоната лития, жжённой магнезии, карбоната кальция и поваренной соли. Обоснована целесообразность сооружения бинарной геотермальных электростанций мощностью до 15 МВт. В условиях дефицита воды питьевого качества в Дагестане (в 300 скважин в 260 определено содержание мышьяка до десяти предельно допустимых концентраций) разработаны технологии очистки вод, в том числе и низкотемпературных геотермальных, до нормативных показателей питьевой воды, даны оценки перспективных мощностей электрогенерации и теплогенерации Дагестана.

А.Б. Алхасов успешно совмещает научную и административную работу с педагогической: им подготовлено два доктора и семь кандидатов технических наук.

### ФНАЦ «ВИМ» (ВИЭСХ)

Федеральный научный агроинженерный центр «ВИМ» [ФНАЦ «ВИМ», ранее — Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства (ВИЭСХ), г. Москва] в своём составе имеет отдел ВИЭ с четырьмя лабораториями: солнечной энергии, энергетического оборудования на ВИЭ, технологических систем применения возобновляемых и альтернативных источников энергии, биоэнергетических технологий.

Научная школа ВЭ в этом учреждении была одной из ведущих в стране усилиями академика РАН д.т.н., профессора Д.С. Стребкова (1937–2021).



жедеральный научный агроинженерный центр «ВИМ» (ФГБНУ «ФНАЦ «ВИМ») является ведущим научно-исследовательским центром России в области агроинженерной науки, машинно-технологической модернизации сельского хозяйства страны, внедрения в сельхозпроизводство новейших интеллектуальных технологий и роботизированных технических средств нового поколения. История ФНАЦ «ВИМ» началась 26 января 1930 года с Постановления коллегии Народного комиссариата земледелия СССР «О Всесоюзном институте механизации обобществлённого сельского хозяйства». Изначально ВИМ был учреждён в Ленинграде, но к 1932 году переехал в Москву. На основе научных подразделений ВИМа и его филиалов со временем образовались СЗНИИМЭСХ, ВИЭСХ, ГОСНИТИ, СибИМЭ, БелНИИМСХ и отделы механизации многих отраслевых институтов. Во времена СССР ВИМ являлся одной из ведущих организаций в агроинженерной отрасли страны. После многочисленных реорганизаций в 2016 году в составе ФНАЦ «ВИМ» был объединён научный потенциал, кадровый состав и материально-техническая база трёх ведущих институтов Российской Федерации в области сельскохозяйственного машиностроения.

Его преемником в области возобновляемой энергетики является д.т.н., профессор В.В. Харченко, основная научная специализация которого — фотоэнергетика. Им выполнен комплекс работ по разработке региональных методик расчётов солнечной радиации, повышению эффективности фотоэлектрических преобразователей [20], солнечной энергетики, совершенствованию тепловых солнечных коллекторов [21], биоэнергетике [22]. Под руководством д.т.н., профессора В.В. Харченко подготовлена к защите докторская диссертация А.А. Ковалёва по биоэнергетике [23].

Исследованиями получения энергии фазового перехода «вода — лёд» в <u>Федеральном научном агроинженерном центре «ВИМ»</u> занимается д.т.н., профессор А. Н. Васильев [24]. ●

- Бутузов В.А. Возобновляемая энергетика России: образование и подготовка кадров // Энергетик, 2022.
   №8. С. 33–42.
- Попель О.С. Исследования и разработки ОИВТ РАН в области возобновляемой энергетики (к 60-летию института) / Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы. Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов: Мат. VI Межд. конф. «Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы» и XII школы молодых учёных «Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов» им. Э.Э. Шпильрайна (12–15.10.2020) / Подред. А.Б. Алхасова. Махачкала: Алеф. 2020. 530 с.
- Попель О.С. Исследования систем теплоснабжения на основе солнечных прудов. Дисс. канд. техн. наук по спец. 05.14.01. — М.: ИВТАН, 1988.
- Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России / О.С. Попель, С.Е. Фрид, Ю.Г. Коломиец, С.В. Киселёва, Е.Н. Терехова. — М.: Изд-во МФТИ, 2010. 83 с.
- Коломиец Ю.Г., Попель О.С., Фрид С.Е. Эффективность использования солнечного излучения для нагрева воды на территории Российской Федерации // Альтернативная энергетика и экология, 2009. №6. С. 16–23.
- Габдерахманова Т.С., Попель О.С. Результаты анализа конкурентоспособности фотоэлектрических систем микрогенерации в условиях Российской Федерации // Доклады Академии наук, 2019. Т. 486. №5. С. 543–546.
- Попель О.С., Тарасенко А.Б. Современные тенденции развития фотоэлектрической энергетики // Теплоэнергетика, 2021. №16. С. 1–21.

- Попель О.С., Фрид С.Е., Щеглов В.Н., Сулейманов М.Ж., Коломиец Ю.Г., Прокопченко И.В. Сравнительный анализ показателей конструкций солнечных коллекторов зарубежных и отечественных производителей и новые технические решения // Теплоэнергетика. 2006. №3. С. 11–16.
- Попель О.С., Фрид С.Е., Мордынский А.В., Сулейманов М.Ж., Арсатов А.В., Ощепков М.Ю. Результаты разработки солнечной водонагревательной установки аккумуляционного типа из полимерных и композиционных материалов // Теплоэнергетика, 2013. № 4. С. 40–42.
- 10. Фортов В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире. Долгопрудный: Интеллект, 2011. 168 с.
- Frid S.E., Lisitskaya N.V. State of the art solar collectors: typical parameters and trends. Applied Solar Energy. 2018. Vol. 54. Issue 4. Pp. 279–286.
- Фрид С.Е., Лисицкая Н.В. Фотоэлектрические генераторы для горячего водоснабжения // Интеллектуальная электротехника, 2018. №4. С. 52–62.
- Директор Л.Б., Зайченко В.М., Исьемин Р.Л., Чернявский А.А., Шевченко А.Л. Сравнение эффективности реакторов низкотемпературного пиролиза биомассы // Теплоэнергетика, 2020. №5. С. 60–69.
- 14. Зайченко В.М., Чернявский А.А. Автономные системы энергосбережения. М.: Недра, 2015. 285 с.
- Зайченко В.М., Чернявский А.А., Шевченко А.Л. Возможности биоэнергоперехода в России // Энергетическая политика, 2021. №11. С. 16–29.
- 16. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии. М.: Физматлит, 2008. 376 с.
- Алхасов А.Б. Освоение низкопотенциального геотермального тепла / Под ред. В.Е. Фортова. — М.: Физматлит, 2012. 280 с.

- Алхасов А.Б., Алхасова Д.А., Алишаев М.Г. Освоение геотермальной энергии / Под ред. В.Е. Фортова. — М.: Физматлит, 2022. 318 с.
- Алхасов А.Б., Алхасова Д.А., Рамазанов А.Ш., Каспарова М.А. Перспективы освоения высокотемпературных высокоминерализованных ресурсов Тарумовского геотермального месторождения // Теплоэнергетика, 2016. №6. С. 25–30.
- Харченко В.В., Никитин Б.А., Панченко В.А. Увеличение дневной эффективности работы фотопреобразователей с помощью дискретной коррекции их ориентации относительно положения Солнца // Энергосбережение и водоподготовка, 2020. №4. С. 20–29.
- Клычёв Ш.И., Бахрамов С.А., Харченко В.В., Панченко В.А. Моделирование тепловых потерь плоских солнечных коллекторов // Энергосбережение и водополготовка. 2020. №6. С. 24–31.
- Kovalev A.A., Kovalev D.A., Panchenko V.A., Kharchenko V.V. Intellectualized control system for anaerobic bioconversion of liguid organic waste. International Journal of Energy Optimization and Engineering (IJEOE). 2021.
   Vol. 10. Issue 1. January March 2021. Pp. 56–81.
- Ковалёв А.А. Разработка и исследования биоэнергетических установок для электро- и теплоснабжения сельскохозяйственных потребителей. Автореф. дисс. доктора техн. наук по спец. 05.14.08. — М.: ФНАЦ «ВИМ», 2022. 46 с.
- Васильев А.Н., Ершова И.Г., Порушков Д.В., Ершов М.А. Разработка исходных требований к теплообменнику для получения энергии фазового перехода // Электротехнологии и электрооборудование в АПК, 2020. №2. С. 51–56.



# Моделирование и исследование в ПО Aspen HYSYS и COMSOL Multiphysics функциональных характеристик ТН для объектов социальной инфраструктуры

Рецензия эксперта на статью получена 10.04.2023 [The expert review of the article was received on April 10, 2023]

### Введение

Главной функцией объектов социальной инфраструктуры является всестороннее развитие человека путём улучшения его культурных, духовных и бытовых потребностей. В связи с этим, создание комфортных условий для посетителей бытовых, культурных, образовательных и других социальных объектов является важной составляющей их эффективной работы, и прежде всего это относится к тепловому режиму помещений в любое время года. Социальные объекты городской инфраструктуры могут классифицироваться по ряду признаков, например, по отношению к виду собственности. Это частные, государственные, коммунальные и общественные объекты. С этим связаны и различные способы решения вопроса их теплоснабжения. Так как социальные объекты не всегда могут располагаться вблизи центральных теплосетей, вопрос обеспечения надёжного и стабильного теплоснабжения помещений становится лостаточно сложной задачей выбора из ряда альтернативных решений.

В настоящее время в системах теплоснабжения помещений всё шире применяются тепловые насосы (ТН). Это экологически безопасные компактные установки, работающие на хладагентах, позволяющие получать тепло для отопления и горячего водоснабжения, например, за счёт использования тепла низкопотенциальных источников энергии. В качестве таковых используют промышленные и очищенные бытовые стоки, тепло грунта и воздуха, термальных вод, воды естественных водоёмов и любых других сбросовых тепловых потоков. Принцип работы ТН основан на передаче тепловой энергии от низкотемпературных источников тепла окружающей среды к высокоВ настоящее время в системах теплоснабжения помещений всё шире применяются тепловые насосы как экологически безопасные тепловые установки

температурному теплоносителю за счёт фазовых превращений рабочих веществ (хладагентов).

В соответствии со вторым законом термодинамики такой процесс не может происходить самопроизвольно. Процесс передачи энергии в узлах ТН происходит в замкнутом цикле движения хладагента. Но для осуществления этого цикла необходимо использовать дополнительную энергию, например, электрическую, для работы компрессора ТН. Поэтому эффективность компрессорного теплового насоса может определяться коэффициентом преобразования (СОР) как отношение количества теплоты, переданной теплоносителю, к количеству энергии, затраченной компрессором: СОР = Q/W.

В компрессорных тепловых насосах применяют различные хладагенты, обладающие необходимыми термодинамическими, физическими и химическими свойствами. Они могут быть однородными или являться смесью нескольких рабочих веществ. Но при этом они должны отвечать требованиям минимизации потенциала глобального потепления атмосферы (Global Warming Potential, GWP) и обладать низким потенциалом разрушения озонового слоя Земли (Ozone Depletion Potential, ODP).

Перспективными хладагентами в настоящее время считаются так называемые «природные хладагенты» — и прежде всего диоксид углерода. Хладагент СО<sub>2</sub> (R744 по классификации хладагентов)

УДК 621.577.2. Научная специальность: 2.1.3 (05.23.03).

Моделирование и исследование в ПО Aspen HYSYS и COMSOL Multiphysics функциональных характеристик теплового насоса для объектов социальной инфраструктуры

В.А. Сучилин, д.т.н., профессор; А.С. Кочетков, старший преподаватель; Н.Н. Губанов, старший преподаватель, <u>Российский государственный университет туризма и сервиса</u> (РГУТиС, дп. Черкизово Московской области)

Создание комфортных условий для посетителей социальных объектов является важной составляющей их эффективной работы, и прежде всего это относится к тепловому режсиму помещений в любое время года. Так как социальные объекты не всегда могут располагаться вблизи центральных теплосетей, вопрос обеспечения надёжного и стабильного теплоснабжения помещений становится достаточно сложной задачей выбора из ряда альтернативных решений. В настоящее время в системах теплоснабжения помещений всё шире применяются тепловые насосы. Проведено моделирование и исследование функциональных характеристик теплового насоса, работающего на диоксиде углерода.

**Ключевые слова:** социальная инфраструктура, тепловой насос, система отопления, хладагент, диоксид углерода, транскритический цикл, моделирование в ПО Aspen HYSYS и COMSOL Multiphysics.

UDC 621.577.2. The number of scientific specialty: 2.1.3 (05.23.03).

Modeling and research in Aspen HYSYS and COMSOL Multiphysics functional characteristics of the heat pump for social infrastructure facilities

V.A. Suchilin, Doctor of Technical Sciences, Professor; A.S. Kochetkov, senior lecturer; N.N. Gubanov, senior lecturer, <u>Russian State University of Tourism and Service</u> (<u>RGUTIS</u>, dp. Cherkizovo, Moscow region)

Creating comfortable conditions for visitors to social facilities is an important component of their effective work, and first of all this applies to the thermal regime of the premises at any time of the year. Since social facilities may not always be located near central heating networks, the issue of ensuring reliable and stable heat supply of premises becomes a rather difficult task to choose from a number of alternative solutions. Currently, heat pumps are increasingly used in indoor heating systems. Modeling and investigation of the functional characteristics of a heat pump running on carbon dioxide has been carried out.

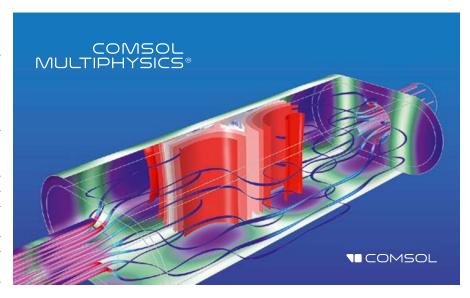
**Key words:** social infrastructure, heat pump, heating system, refrigerant, carbon dioxide, transcritical cycle, modeling in Aspen HYSYS and COMSOL Multiphysics.

имеет нулевой потенциал разрушения озонового слоя (ODP = 0) и считается эталонной единицей при расчёте потенциала глобального потепления (GWP = 1). В Европе доля водонагревателей Есо Cute, использующих для производства воды высокой температуры диоксид углерода, постоянно увеличивается [1]. Перспективы применения ТН на R744 в России были отмечены ещё десять лет назад [2]. Помимо экологических преимуществ диоксида углерода, они связаны с уникальными термодинамическими и теплофизическими свойствами этого хладагента.

Известно, что при атмосферном давлении диоксид углерода существует в газообразном или твёрдом («сухой лёд», то есть фаза, ограниченная временем испарения) агрегатном состоянии. Давлению 5,2 бар и температуре -56,6°C соответствует тройная точка, в которой плотность диоксида углерода во всех трёх фазах становится одинаковой, а при давлении 73,6 бар и температуре +31,1 °C его состояние достигает критической точки, где происходит выравнивание плотности в жидкой и газообразной фазах. Если цикл передачи тепла проходит при температуре ниже критической, он называется субкритическим и отличается от традиционного цикла компрессионного ТН лишь более высокими значениями давления кипения и конденсации. При условии реализации цикла выше критической температуры и давления он называется транскритическим и имеет существенные отличия от традиционного.

Во-первых, превышение критической температуры делает невозможным процесс конденсации и заменяет его охлаждением газообразного хладагента в транскритической области. Поэтому вместо конденсатора в транскритическом цикле ТН используется газоохладитель (ГО), в котором не происходит изменения агрегатного состояния хладагента. Во-вторых, так как в ГО фазовый переход не осуществляется, то при прохождении через него температура диоксида углерода продолжает понижаться. Это увеличивает температурный напор на концах ГО и позволяет нагревать высокотемпературный теплоноситель до большей температуры с меньшими потерями.

Диоксид углерода нетоксичен, негорюч и обладает высокой энергоэффективностью. Однако такие его особенности, как низкая критическая температура и высокие значения рабочих давлений, требуют конструктивной доработки узлов ТН на R744 и дополнительного изучения процессов, протекающих в них. Транскритический цикл CO<sub>2</sub> характеризуется нали-



чием жидкой фракции хладагента, как во время фазы сжатия, так и во время расширения, что даёт определённые преимущества в термодинамическом плане, но усложняет работу узлов и деталей теплового насоса. Результаты исследований широко отражены в постоянно обновляющихся обзорах, начиная от определения теоретического максимума СОР и оптимальных параметров транскритического цикла, в том числе с использованием многоступенчатых компрессоров, сепараторов и с промежуточным охлаждением жидкости и пара [3]. В одном из последних обзоров утверждается, что хладагент СО2 стал одним из наиболее важных решений в отрасли и эта историческая тенденция является необратимой. В то же время предлагаются новые узлы ТН на R744, такие как эжекторы и вихревые трубки, и методы контроля и оптимизации их работы [4]. Таким образом, характеристики термодинамического цикла TH на R744 могут разительно отличаться в зависимости от применяемого теплотехнического оборудования и режима его функционирования.



Для моделирования и исследования термодинамических процессов в ТН привлекается широкий круг компьютерных программ. Это, например, такие пакеты специализированных программ расчёта холодильных циклов, как Solkane, Coolpack, или универсальные программные комплексы Mathcad, MATLAB (с подключением к базе термодинамических свойств веществ REFPROP) и другие. ПО COMSOL Multiphysics также обладает встроенным модулем термодинамики жидкостей и газов и может использоваться для моделирования работы ТН.

В то же время программный комплекс Aspen HYSYS, предназначенный для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов и систем, в частности, процессов переработки нефти и газа, включающий наиболее полную базу веществ и обширный пакет «решателей», то есть математических моделей термодинамических процессов, позволяет составлять структурные схемы из типовых элементов оборудования и хорошо подходит для инженерных расчётов и анализа параметров процессов, происходящих в тепловых насосах [5, 6].

По тематике ТН на диоксиде углерода ежегодно публикуется значительное число статей с использованием различного ПО. Однако результаты исследований не являются окончательными. В связи с этим в данной работе проведены моделирование и исследование функциональных характеристик ТН, работающего на диоксиде углерода в транскритическом цикле, с использованием ПО Aspen HYSYS, позволяющего моделировать рациональные структуры теплотехнического оборудования и оптимизировать его термодинамические циклы, и COMSOL Multiphysics для детального моделирования отдельных узлов.

### Исследуемая модель и результаты

Рассматривается тепловой насос типа «грунт-вода» с регенеративным теплообменником, использующий в качестве хладагента диоксид углерода в транскритическом цикле и энергию земли как низкопотенциальный источник тепла для отопления социальных объектов при температурах до 80°C. Тепловая производительность ТН составляет 18 кВт. Температура воздуха в отапливаемом помещении принята +20°C, температура воздуха окружающей среды составляет -20°C. Потери тепла в газоохладителе и испарителе приняты по 3 К в соответствии с конструкцией этих теплообменных аппаратов. Гидравлические потери давления в трубопроводах и узлах цикла условно приняты нулевыми.

Расчёт традиционного парокомпрессионного цикла основан на поддержании состояния насыщения хладагента в конденсаторе. Температура конденсации определяется как сумма  $T_{\text{кон}} = T_{\text{тн}} + \Delta T_{\text{кон}}$ , где  $T_{\text{тн}}$  — температура теплоносителя на выходе из конденсатора;  $\Delta T_{\text{кон}}$  — температурный напор. Давление конденсации в этом случае определяется из условия насыщения. Но при сверхкритических условиях состояние насыщения не достигается, и давление хладагента на выходе из газоохладителя  $p_{\Gamma O.вых}$  не определяется по температуре однозначно. При этом с повышением давления в компрессоре теплопроизводительность цикла возрастает. Исследования показывают, что оптимальное значение давления зависит от многих параметров (температуры на выходе из ГО  $T_{\Gamma O.вых}$ , температуры испарения  $T_{исп}$ , температуры окружающей среды и др.). Зависимости, предложенные разными авторами, приводятся в работе [7]. Для данной модели оптимальное давление в ГО вычисляется по формуле:

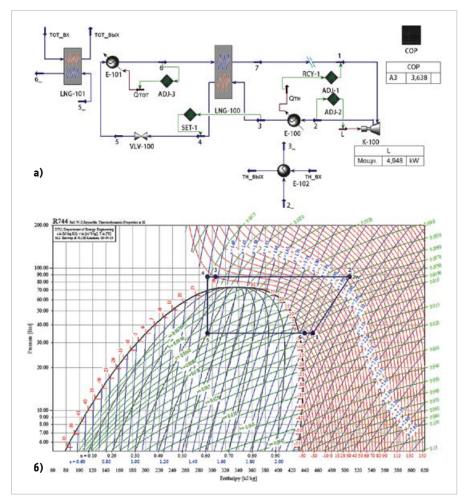
$$p_{\text{OIIT}} = (2,778 - 0,0157 T_{\text{UCII}}) T_{\text{ГО.ВЫХ}} +$$
  
+  $0,381 T_{\text{UCII}} - 9,34,$  (1)

где температуры выражены в [°C], давление — в барах, и которая справедлива при условиях:

$$-10\,^{\circ}\text{C} \le T_{\text{исп}} \le 20\,^{\circ}\text{C};$$
  
 $30\,^{\circ}\text{C} \le T_{\text{ГО.вых}} \le 60\,^{\circ}\text{C}.$ 

Начальные параметры цикла (а именно величины  $T_{\rm исп}=5\,^{\circ}{\rm C},~T_{\rm ГО.вых}=35\,^{\circ}{\rm C},~p_{\rm ГО.выx}=8,7\,$  МПа), найденные по формуле (1), совпадают со значениями, при которых достигается теоретический максимум величины СОР [3].

При моделировании цикла ТН в ПО Aspen HYSYS рассматривались потоки диоксида углерода с пакетом свойств Пенга — Робинсона и воды с пакетом Уилсона,



\*\* Рис. 1. Функциональные характеристики теплового насоса на R744 (а — структурная схема; 6 — P-h-диаграмма термодинамического цикла)

соответственно. С помощью функций «подбор» зафиксированы тепловая нагрузка в ГО E-100, равная 18 кВт (ADJ-1), давление в компрессоре К-100, равное 8,7 МПа (ADJ-2), и температура перегрева на выходе хладагента из испарителя E-101, равная 5°C (ADJ-3). Функция «задать» (SET-1) передаёт условие отсутствия паровой фазы из точки 3 перед внутренним теплообменником LNG-100 в точку 4 перед дросселем VLV-100. Оптимизация расхода хладагента и низкопотенциального теплоносителя с помощью встроенной функции «оптимизатор» проводилась при условии максимальности СОР, при этом в расчётной схеме с помощью функции ADJ-2 варьировалась мощность компрессора.

Рассматривается тепловой насос типа «грунт-вода» (производительностью 18 кВт) с регенеративным теплообменником, использующий в качестве хладагента диоксид углерода в транскритическом цикле и энергию земли как низкопотенциальный источник тепла для отопления социальных объектов при температурах до 80°C На рис. 1 представлены функциональные характеристики ТН на диоксиде углерода. Пронумерованным состояниям потока хладагента на структурной схеме рис. 1а соответствуют точки P-h-диаграммы термодинамического цикла на рис. 16, построенном в программе Simple CO $_2$  one stage plant. Массовый расход хладагента задан в точке 1 и остаётся постоянным на всём протяжении цикла.

Термодинамический цикл ТН рассматривается с момента, когда хладагент в точке 1 поступает на всасывание в компрессор, где сжимается до высокого давления и температуры: 1-2 — адиабатное сжатие паров в компрессоре. В ГО хладагент передаёт теплоту теплоносителю (отопительной воде): 2-3 — изобарическое охлаждение парожидкостной смеси. Затем поток хладагента поступает в регенеративный теплообменник, где продолжает отдавать тепло теперь уже встречному потоку хладагента, идущему из испарителя: 3-4 — изобарическое охлаждение сверхкритической жидкости в промежуточном теплообменнике.

Далее поток проходит через дроссель, где расширяется с понижением температуры и давления: 4–5 — изоэнтальпное расширение сверхкритической жидкости в дросселе.

Из точки 5 хладагент поступает в испаритель, где кипит за счёт использования низкопотенциальной энергии грунта и в точке 6 имеет заданный перегрев: 5-6 — кипение парожидкостной смеси в испарителе при постоянном давлении с перегревом. После точки 6, как отмечалось ранее, поток идёт в регенеративный теплообменник, где дополнительно перегревается: 6-7 — изобарический перегрев паров в промежуточном теплообменнике. Параметры потока хладагента в точке 7 на выходе из внутреннего теплообменника передаются в цикле в точку 1 на входе в компрессор. Полученные параметры потока хладагента в характерных точках цикла занесены в табл. 1.

Также на рис. 1а отдельно показаны ГО как теплообменник E-102 с входным и выходным потоками хладагента и теплоносителя (отопительной воды) и испаритель как теплообменник LNG-101 с входным и выходным потоками хладагента и теплоотдатчика (грунтовой воды), соответственно.

Из табл. 1 видно, что изменения параметров потока углекислого газа (СО<sub>2</sub>) при переходах между характерными точками цикла соответствуют процессам, описанным выше. Например, кратный рост плотности и теплоёмкости в точке 3 по сравнению с точкой 2 показывает переход хладагента в состояние сверхкритической жидкости, а столь же резкое уменьшение этих параметров между точками 4 и 5 — возвращение к состоянию парожидкостной смеси.

Оптимизация цикла даёт значение СОР = 3,64 при мощности компрессора 4,95 кВт и массовом расходе хладагента 348,5 кг/ч. Параметры потоков теплоотдатчика в испарителе и теплоносителя в ГО занесены в табл. 2.



Таким образом, построенная модель ТН подтверждает высокую энергоэффективность термодинамического цикла на диоксиде углерода и показывает, что даже при использовании низкопотенциального тепла грунта можно получать, в зависимости от температуры воды на входе в ГО, температуру отопительной воды от 71 до 86°С, что особенно важно для районов с холодным климатом.

Как уже отмечалось, при переходе к транскритическому состоянию хладагента, то есть к транскритической зоне цикла (рис. 16), различие между характеристиками двух фаз (жидкой и паровой) исчезает, а значение плотности и теплоёмкости хладагента резко возрастает. Поэтому так важно знать или хотя бы прогнозировать условия наступления такого состояния диоксида углерода в цикле ТН.

ПО Aspen HYSYS позволяет оперативно, по мере моделирования схемы цикла, следить за агрегатным состоянием хладагента и проводить оптимизацию термодинамического процесса, варьируя параметры потока в узлах структурной схемы

табл 1

табл. 2

теплового насоса, то есть осуществлять гибкую поэтапную оптимизацию термодинамического цикла за счёт теплофизических свойств рабочего вещества и адаптировать к ним функциональные характеристики узлов структурной схемы ТН. Подобная процедура в первую очередь необходима для газоохладителя, как одного из важных и недостаточно изученных узлов структуры теплового насоса.

Надёжность работы ГО оказывает существенное влияние на эффективность термодинамического цикла и технико-экономические показатели ТН в целом. В исследуемом ТН реализуется специфические условия парожидкостного термодинамического цикла, при которых в реальных условиях работы ГО хладагент функционирует в транскритической области (рис. 16) и при сверхкритическом давлении. Для оценки эффективности ГО ТН необходимы проверенные данные о закономерностях теплопередачи между хладагентом и теплоносителем (отопительной водой).

Рассматриваемый в данной статье газоохладитель (элемент Е-102 на рис. 1а) моделируется в Aspen HYSYS как кожухотрубчатый теплообменник, состоящий из корпуса (кожуха), внутри которого помещается массив теплообменных трубок; трубных решёток, в которых закреплены теплообменные трубки; нескольких поперечных сегментных перегородок в межтрубном пространстве; патрубков для ввода-вывода теплоносителей. Число проходов кожуха потоком теплоносителя определяется количеством и положением поперечных перегородок, а режим подачи хладагента и форма трубок (прямая или U-образная) определяют число проходов по трубкам потока хладагента. Размеры кожуха, число, диаметр и толщину стенок трубок, число проходов кожуха и тип трубок можно задавать в настройках данного элемента.

### :: Параметры потока хладагента в характерных точках цикла

Trapanet por notice and an aparticipation to max diffuse							100/1. 1
Параметры / точки	1	2	3	4	5	6	7
<b>Температура</b> , °С	13,12	95,86	35,00	33,52	0,00	4,99	13,17
<b>Давление</b> , кПа	3448	8700	8700	8700	3448	3448	3448
<b>Плотность</b> , кг/м³	85,14	163,4	560,1	598,4	187,9	91,69	85,11
Массовая энтальпия, кДж/кг	-9001	-8950	-9136	-9147	-9147	-9012	-9001
Массовая энтропия, кДж/(кг∙К)	3,111	3,136	2,567	2,532	2,579	3,073	3,111
<b>М</b> ассовая теплоёмкость, кДж/(кг·К)	1,281	1,423	8,035	6,7	2,27	1,378	1,281

跪 Параметры потоков теплоотдатчика и теплоносителя

Параметры/узлы	Теплоотдатчик		Теплоноситель			
	на входе	на выходе	на входе	на выходе		
Массовый расход, кг/ч	1900	1900	300	300		
<b>Температура</b> , °С	6,0	0,01	20,0	71,26		
	6,5	0,49	25,0	76,27		
	7,0	1,01	30,0	81,32		
	7,5	1,51	35,0	86,36		

Метод расчёта теплообменника основан на главном уравнении теплообмена:

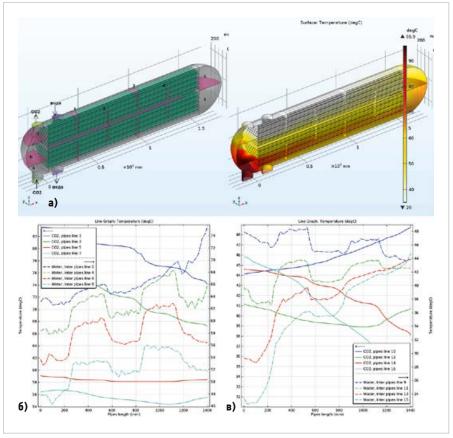
### $Q = k \cdot A \cdot LMTD \cdot F$ ,

где Q — тепловая нагрузка теплообменника; k — средний общий коэффициент теплопередачи; A — площадь поверхности теплопередачи; LMTD (Log Mean Temperature Difference) — логарифмическая средняя разность температур; F — поправочный коэффициент [8]. Таким образом, расчёт проводится по алгебраическим формулам, что обеспечивает его скорость, но не даёт детальной картины процесса теплообмена.

В то же время эффективность функционирования конструктивных элементов ТН можно подтвердить моделированием протекающих в них физических процессов на основе дифференциальных уравнений в частных производных. В связи с этим проведено моделирование и исследование ГО в ПО COMSOL Multiphysіся. Результаты представлены на рис. 2. Геометрия кожухотрубчатого теплообменника с учётом симметрии относительно плоскости xOz показана на рис. 2aсечением корпуса этой плоскостью. Длина цилиндрической части кожуха — 1,5 м, диаметр — 0,22 м, диаметры входныхвыходных патрубков для СО2 и воды — 0,1 м. Зона входа хладагента разделена на секции двумя горизонтальными перегородками, в межтрубном пространстве расположены четыре поперечные перегородки разной высоты (1-4) и одна горизонтальная перегородка с отверстием, которая продолжается до конца кожуха.

Таким образом обеспечивается два прохода отопительной воды: прямой в верхней (II) и обратный — в нижней (I) половинах кожуха, а также четыре прохода потока диоксида углерода: прямой по сегменту трубок (а), обратный — по сегменту (b), прямой — по сегменту (c) и обратный — по сегменту (d). Такой конфигурации соответствует поправочный коэффициент F = 0.78 [8]. Длина трубки — L = 1,5 м, диаметр — D = 14 мм, толщина стенки — 2 мм. Количество трубок рассчитывается по формуле  $N = A/(\pi DL) = 200$ . Они образуют гексагональный массив, а перегородки делят его на четыре сегмента по четыре ряда трубок в каждом. Материал корпуса и перегородок — конструкционная сталь, трубки — медные.

Заданные размеры элементов теплообменника и найденные ранее массовый расход хладагента 348,5 кг/ч и теплоносителя 300 кг/ч соответствуют ламинарным потокам в корпусе и трубках. Температура  ${\rm CO_2}$  на входе составляет 95,86 °C, значения температуры отопительной воды



**Рис. 2. Геометрия и функциональные характеристики кожухотрубчатого теплообменника (сечение плоскостью симметрии)** [а — корпус с поперечными перегородками 1–4, половинами кожуха I—II и сегментами а—d массива трубок; 6 — распределение температур хладагента и теплоносителя в зонах теплопередачи; в — распределение температур хладагента и теплоносителя в половине кожуха I вдоль сегмента трубок a—b; г — то же для половины кожуха II и сегмента трубок c—d]

на входе берутся из табл. 2. Стационарное уравнение теплообмена решалось с помощью интерфейсов Laminar Flow и Heat Transfer in Fluids, в отличие от модели Shell-and-Tube heat exchanger, где рассматривались турбулентные потоки [9].

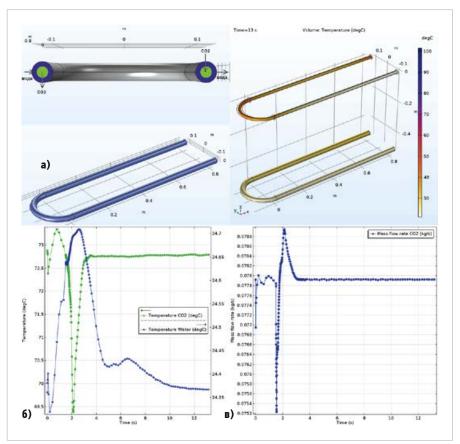
На рис. 26 приведено распределение температур отопительной воды и хладагента в зонах теплопередачи. Температура СО<sub>2</sub> уменьшается от 95 °C вблизи входа в корпус до 70 °C правее решётки вдоль сегмента трубок (а) и далее по мере движения хладагента в прямом и обратном направлениях до 36,3 °C на выходе. Температура воды растёт от 20 °C на входе до 50 °C в конце верхней половины кожуха (II) и далее вдоль обратного направления

COMSOL

течения в нижней половине (I) до 70,3 °C на выходе. Тем самым расчёт температур в Aspen HYSYS подтверждается с приемлемой степенью точности.

Для анализа эффективности теплообменника важно получить более детальное представление об изменении температур в потоках теплоносителей вдоль корпуса.

На рис. 2в дано распределение температур СО2 (сплошные линии) в нижней половине кожуха (I) вдоль сегмента трубок (а) — в первом (синие линии) и третьем ряду (зелёные линии), и сегмента трубок (b) — в пятом (красные линии) и седьмом ряду (голубые линии) снизу. Видно, что температура хладагента по длине трубок прямого хода уменьшается достаточно равномерно (от 84-80 до 74-67°C), а вдоль трубок обратного хода незначительно — от 59-56 до 58-55°C — и с колебаниями температуры, особенно в крайнем, седьмом ряду. Также показано распределение температуры воды (пунктирные линии) вдоль чётных рядов трубок со второго по восьмой. Видно, что вода нагревается от температур 48-64 до 52-76°C с характерным клинообразным рельефом графиков, соответствующим расположению перегородок в кожухе. Скачок температуры в крайнем, втором ряду (синяя линяя) компенсируется равномерным потоком в средних рядах.



**Рис. 3. Геометрия и функциональные характеристики U-образного трубчатого теплообменни-ка [а** — корпус с входными и выходными отверстиями; **6** — распределение температур хладагента и теплоносителя в объёме внутренней трубы и межтрубного пространства (13 с); **в** — изменение температуры хладагента и теплоносителя на выходе; **г** — то же для массового расхода хладагента]

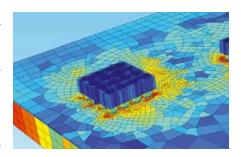
На рис. 2г показано распределение температур СО2 (сплошные линии) в верхней половине кожуха (II) вдоль сегмента трубок (с) — в 10-м (синие линии) и 12-м ряду (зелёные линии) и сегмента трубок (d) — в 14-м (красные линии) и 16-м ряду (голубые линии) снизу. Видно, что температура хладагента по длине трубок прямого хода уменьшается недостаточно быстро (от 50-80 до 44-41°C), причём в 12-м ряду отмечается даже рост температуры, а вдоль трубок обратного хода равномерно — от 46-45 до 38-32°C — и без колебаний температуры. Распределение температуры воды (пунктирные линии) вдоль нечётных рядов трубок с девятого по 15-й показывает быстрый рост вдоль верхних рядов: с 24-28 до 44°C с теми же клиновидными особенностями графиков. В нижних рядах температура воды растёт медленно или даже убывает с 46 до 44°C в крайнем, девятом ряду (синяя линяя).

Таким образом, несмотря на близость результатов моделирования к ожидаемым, теплообмен проходит недостаточно эффективно, особенно в крайних рядах массива трубок, и конструкция газоохладителя нуждается в доработке.

Для стабильной работы ТН важно определить его параметры в момент пуска. Поскольку ГО для ТН малой и средней мощности выполняются обычно компакт-

ными, то в следующем исследовании рассматривается U-образный теплообменник типа «труба в трубе». Такие теплообменники состоят из нескольких последовательно соединённых трубчатых элементов, образованных двумя концентрическими трубами. Один теплоноситель движется по внутренним трубам, а другой — по кольцевому зазору между внутренними и наружными трубами. Поскольку диа-

Для стабильной работы ТН важно определить его параметры в момент пуска. Поскольку газоохладитель для ТН малой и средней мощности выполняются обычно компактными, то в следующем исследовании рассматривается U-образный теплообменник типа «труба в трубе»

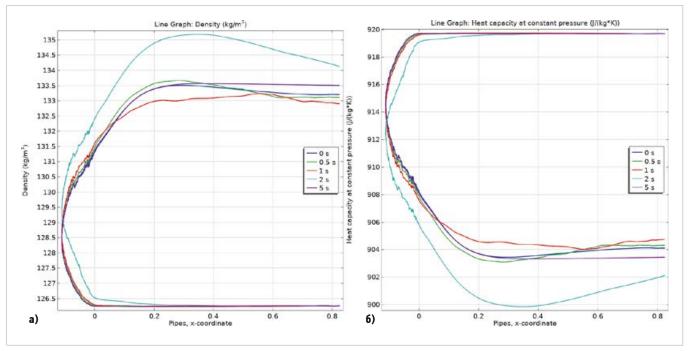


метр внутренней трубы и кольцевой зазор между трубами обычно невелики, то при необходимости достигаются значительные скорости движения хладагента, что обеспечивает увеличение коэффициента теплопередачи и тепловой нагрузки и позволяет повысить температуру отопительной воды при сохранении расхода хладагента в цикле. С целью повышения эффективности теплоотдачи ГО некоторые авторы предлагают направлять поток хладагента в пакет, собранный из нескольких параллельных трубок и помещённый внутрь U-образной внешней трубки, в которой в противоположном направлении движется теплоноситель. При расчёте такой конструкции ГО можно использовать модель теплообменника «труба в трубе» равного объёма с эквивалентным диаметром  $d_{\text{экв}} = d\sqrt{N}$ , где d — диаметр трубки; N — число трубок в пакете [10].

Результаты моделирования ГО представлены на рис. 3. Геометрия модели по-казана на рис. 3а. Длина внешней труб-ки — 2 м, длины прямых частей — 0,824 м, радиус кривизны изогнутого участка — 0,112 м, диаметр — 29,16 мм, внутренний и внешний эквивалентный диаметры внутренней трубки — 16,5 и 21,8 мм — соответствуют N=19. Показаны вход хладагента во внутреннюю трубку и выход отопительной воды из кольцевого зазора на одном торце, а также выход  $CO_2$  и вход теплоносителя на другом. Материал трубок — медь.

Параметры массового расхода и входной температуры хладагента и отопительной воды соответствуют исходной модели ТН. Их течение предполагается ламинарным. В интерфейсах Laminar Flow и Heat Transfer in Fluids сначала было найдено стационарное решение уравнения теплообмена, которое затем использовалось как начальное условие для решения во временной области. Моделировалось начало процесса теплообмена в ГО на этапе пуска ТН после получения устойчивых параметров хладагента на выходе из компрессора. Время работы ГО до стабильного режима составило 13 с.

На рис. 36 показано распределение температуры хладагента в объёме внутренней трубы и отопительной воды в межтрубном пространстве на этапе пуска за время работы 13 с. Видно, что остывание хладагента вдоль от входа во внутреннюю трубу с температурой 95,86°С до выхода с температурой 72,78°С происходит равномерно — так же, как и нагрев воды от температуры 20°С на входе до 24,38°С на выходе. Однако в отдельные моменты времени до стабилизации работы ГО могут иметь место скачки параметров.



**Рис. 4. Изменение функциональных параметров хладагента на этапе пуска газоохладителя** [а — распределение плотности хладагента вдоль U-образной трубки (0; 0,5; 1; 2 и 5 с); 6 — то же для массовой теплоёмкости]

На рис. Зв показано изменение температуры хладагента и отопительной воды на выходе из ГО в зависимости от времени. Видно, что стабилизации около указанных выше значений предшествует кратковременный период значительных колебаний температур. В момент времени около 2 с температура СО<sub>2</sub> на выходе падает до 69,4 °C, что вызывает в следующий момент, около 2,5 с, рост температуры воды до 24,7 °C. Это может быть вызвано неоднородностью парожидкостной смеси хладагента, поступающей в ГО, и частичным разделением её на фракции.

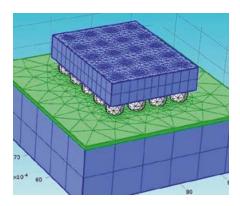
На рис. 3г дано изменение массового расхода  $CO_2$  на выходе из  $\Gamma$ О. Видно, что, несмотря на заданный постоянный массовый расход на входе, в момент времени около 2 с происходит скачок от 0,075 до 0,08 кг/с с последующей стабилизацией. Это подтверждает неоднородность потока хладагента в начале работы TH.

Для анализа эффективности ГО важно получить более детальное представление об изменении параметров потока хладагента при проходе внутренней трубки. Функциональные характеристики хладагента в различные моменты времени на этапе пуска представлены на рис. 4.

На рис. 4а показано распределение плотности  $CO_2$  в моменты времени 0; 0,5; 1; 2 и 5 с вдоль U-образной трубки, проход которой параметризован по x-координате, так что первому прямому участку соответствует изменение x-координаты от 0,824 до 0, дуговому участку — от 0 до -0,112 и от -0,112 до 0, а второму прямому участку — от 0 до 0,824. Видно, что для

большинства моментов времени плотность хладагента уменьшается от 133–133,5 кг/м³ на входе в ГО до 126,2 кг/м³ на выходе достаточно равномерно. Это соответствует постепенному остыванию хладагента при проходе трубки. Но в момент 2 с происходит скачок плотности на входе с дальнейшим максимумом 135,2 кг/м³ на середине первого прямого отрезка трубки и постепенным выравниванием графика на дуговом участке. Тем самым подтверждается возникновение неоднородности парожидкостной смеси в момент 2 с.

Первые секунды работы ГО связаны с неустойчивостью функциональных характеристик, что можно считать вполне естественным, так как нормальная работа любого оборудования начинается после пускового момента, когда наступает стабилизация рабочих параметров



На рис. 46 показано распределение массовой теплоёмкости CO<sub>2</sub> в те же моменты времени. Видно, что равномерное остывание хладагента при проходе трубки сопровождается уменьшением теплоёмкости от 920 до 903–905 Дж/(кг·К). Но в момент 2 с теплоёмкость CO<sub>2</sub> уменьшается быстрее в конце первого прямого и на дуговом участке с минимумом около 900 Дж/(кг·К) на середине второго прямого отрезка трубки. Аналогичные процессы, вызванные неоднородностью парожидкостной смеси, можно наблюдать и на графиках других параметров хладагента.

Первые секунды работы ГО связаны с неустойчивостью функциональных характеристик, что можно считать вполне естественным, так как нормальная работа любого оборудования начинается после пускового момента, когда наступает стабилизация рабочих параметров.

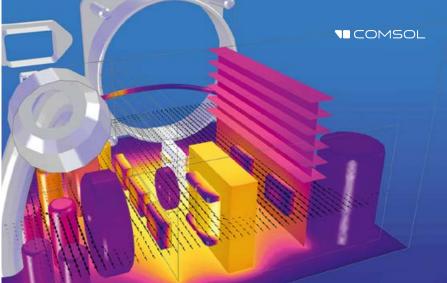
Что касается стабильности работы компрессионных теплонасосных установок типа «грунт-вода», то надо иметь в виду, что она во многом зависит и от состояния реальных параметров низкопотенциального источника энергии, обеспечивающего стабильное кипение хладагента в испарителе ТН.

Авторы ранее уже проводили исследования, где анализировалось влияние свойств грунтов на эффективность работы теплового насоса, а также возможности грунта накапливать и хранить низкопотенциальную энергию, сравнивались различные формы грунтовых теплообменников и другие связанные с ними актуальные решения [11, 12].

### Заключение

- 1. Проведённый анализ эффективности использования в современных условиях ряда хладагентов для теплового насоса средней мощности показал, что диоксид углерода является одним из актуальных рабочих веществ с точки зрения повышения энергетических показателей термодинамического цикла и безопасности применения для окружающей среды.
- 2. Для моделирования и исследования функциональных характеристик ТН принято ПО Aspen HYSYS, так как данный программный пакет объединяет в себе удобный методический интерфейс и мощные средства для проектных расчётов, что





позволяет формировать рациональные термодинамические структурные схемы ТН и проводить поэтапный контроль и оптимизацию параметров процесса за счёт анализа физических свойств рабочего вещества — диоксида углерода.

- 3. Результатом моделирования, исследования и оптимизации структурной схемы ТН, работающего на диоксиде углерода при использовании низкопотенциального источника тепла (грунта), стало получение достаточно высокой температуры отопительной воды для помещения (около 80°С) и коэффициента преобразования энергии СОР = 3,64. В то же время дальнейшее повышение эффективности термодинамического цикла, видимо, будет возможно за счёт дополнительной схемной структуризации ТН и динамического управления тепловыми потоками рабочей жидкости в узлах цикла.
- 4. Разработанная модель структуры термодинамического цикла ТН, работающего на диоксиде углерода, и функциональные характеристики его узлов позволили провести исследование специфики транс-

критического цикла хладагента и методики оценки его энергоэффективности, что дало возможность провести дополнительное моделирование и исследование недостаточно изученного узла теплового насоса — газоохладителя — в ПО COMSOL Multiphysics.

- 5. Построена и исследована модель ГО для ТН в виде кожухотрубчатого теплообменника, обеспечивающего температуру отопительной воды около 80°С, однако отмечена некоторая неравномерность распределения температуры хладагента в массиве трубок, в частности, в нижней зоне теплообменника, что, возможно, потребует дополнительных исследований.
- 6. Проведено моделирование и исследование ГО для ТН в виде U-образного теплообменника типа «труба в трубе» и получены функциональные характеристики на этапе пуска ТН: температура хладагента и отопительной воды на входе и выходе ГО; время стабилизации температуры и массового расхода хладагента в ГО на этапе пуска ТН; время стабилизации давления в ГО; время стабилизации процесса

теплопередачи от хладагента к отопительной воде и изменение функциональных параметров хладагента на этапе пуска.

- 7. Для получения надёжных результатов работоспособности газоохладительных теплообменников, работающих на CO<sub>2</sub> в зоне транскритического цикла, необходим более длительный этап испытаний. •
- 1. Новости рынка: Мировой рынок тепловых насосов «воздух-вода» в 2022 году [Электр. текст]. Журнал СОК от 25.08.2022. Режим доступа: c-o-k.ru. Дата обращ. 06.04.2023.
- Калнинь И.М., Пустовалов С.Б., Кривцов Д.В. Масштабы и перспективы применения тепловых насосов на R744 // Холодильная техника, 2013. №3. С. 22–26.
- Kim M.H., Pettersen J., Bullard C.W. Fundamental process and system design issues in CO<sub>2</sub> vapor compression systems. Progress in Energy and Combustion Science. 2004. Vol. 30. Issue 2. Pp. 119–174.
- Song Y., Cui C., Yin X., Cao F. Advanced development and application of transcritical CO<sub>2</sub> refrigeration and heat pump technology — A review. Energy Reports. 2022. Vol. 8. Pp. 7840–7869.
- Øi L.E., Tirados I.Y. Heat pump efficiencies simulated in Aspen HYSYS and Aspen Plus. Proc. of the 56th Conference on Simulation and Modelling (SIMS 56). Linköping, Sweden. October 7–9, 2015.
- Журлова П.Ю., Заболотный Д.Ю., Гаранов С.А. Сравнение парокомпрессионного цикла теплового насоса на различных смесевых хладагентах в программном пакете Aspen HYSYS и повышение его эффективности // Холодильная техника, 2017. №1. С. 38–43.
- Hu B., Li Y., Wang R.Z., Cao F., Xing Z. Real-time minimization of power consumption for air-source transcritical CO2 heat pump water heater system. International Journal of Refrigeration. 2018. Vol. 85. Pp. 395–408.
- Kharaji Sh. Heat Exchanger Design and Optimization. Web-source: intechopen.com. Access data: April 06, 2023.
- Shell-and-tube heat exchanger. COMSOL Multiphysics User's Guide. Web-source: comsol.com. Access data: April 06, 2023.
- Sanchez D., Cabello R., Llopis R., Torrella. E. Development and validation of a finite element model for water-CO<sub>2</sub> coaxial gas-coolers. Applied Energy, 2012. Vol. 93. Pp. 637–647.
- Сучилин В.А., Кочетков А.С., Губанов Н.Н. Исследование эффективности грунтового горизонтального теплообменника бытового теплового насоса с помощью COMSOL Multiphysics // Вестник евразийской науки, 2018. № [Электр. текст]. Режим доступа: esj. today. Дата обращ.: 06.04.2023.
- 12. Сучилин В.А., Кочетков А.С., Губанов Н.Н. Исследование влияния свойств грунта на эффективность теплообменников вертикальных скважин для ТНУ в COMSOL Multiphysics // Журнал СОК, 2018. №10. С. 60–64.

References — see page 80.



### Рынок возобновляемой энергетики РФ: текущий статус и перспективы развития. Часть 1

Текущая ситуация в мировой экономике и геополитике вносит коррективы в реализацию проектов молодой сформированной отрасли возобновляемой энергетики России. В связи с возрастающей ролью ВИЭ в глобальном экономическом развитии наша страна сталкивается с новыми вызовами, связанными с необходимостью форсировать формирование технологических, научных и инженерных компетенций.

По материалам информационного бюллетеня некоммерческой организации «Ассоциация развития возобновляемой энергетики» (АРВЭ) «Рынок возобновляемой энергетики России: текущий статус и перспективы развития» за июль 2022 года и с учётом обновлений 2023 года.



### Введение

Текущая ситуация в мировой экономике и геополитике вносит коррективы в реализацию проектов молодой сформированной отрасли возобновляемой энергетики России. В связи с возрастающей ролью ВИЭ в развитии экономики стран мира Россия сталкивается с новыми вызовами, связанными с необходимостью форсировать формирование технологических, научных и инженерных компетенций. Задел российского сектора ВИЭ, созданный в предыдущие годы, позволяет отрасли не только продолжить реализацию ранее утверждённых проектов, но и строить перспективные планы.

Под влиянием пандемии коронавируса и ограничительных мер, направленных на снижение темпов распространения СОVID-19, в 2020 году во всём мире спрос на энергоносители снизился, что привело к значительному сокращению глобальных выбросов СО<sub>2</sub> (на 5,2% относительно предыдущего года). Однако после быстрого восстановления мировой экономики, сопровождаемого увеличением спроса на углеводороды, в 2021 году годовые выбросы углекислого газа, связанные



**Возобновляемые источники энергии скоро** станут «второй нефтью»

с энергетикой, выросли до самого высокого уровня с 2010 года — до 36,3 млрд тонн (прирост 6% к 2020 году) [1]. Мировой шок от последствий коронавируса только обострил климатическую повестку, в результате чего энергопереход продолжил набирать обороты, и тренд на увеличение объёмов ввода ВИЭ-генерации усилился. В 2021 году в мире были введены 295 ГВт энергомощностей ВИЭ, а в 2022 году прогнозируется дополнительное увеличение ещё на 320 ГВт [2]. В России в 2021 году вслед за предыдущим годом также сохранились высокие темпы строительства ВИЭ-генерации. Так, годовой объём ввода в эксплуатацию новых объектов ВИЭ в нашей стране превысил 1,2 ГВт.

В связи с возрастающей ролью ВИЭ в развитии экономики Россия сталкивается с новыми вызовами, связанными с необходимостью форсировать формирование технологических, научных и инженерных компетенций

Резкий рост спроса на энергоносители, вызванный ускоренным восстановлением мировой экономики, спровоцировал глобальный энергетический кризис. В 2021 году впервые за всю историю цены на газ превысили отметку \$2000 за 1000 м³, превысив значения предыдущего года почти на 1000%. Вместе с газом рекорды по темпам роста цен ставили и нефть, и уголь. В 2022 году этот тренд продолжился, и первое полугодие прошло в условиях максимальных цен на все энергоносители.

С 24 февраля 2022 года к нестабильной ситуации на энергетических рынках добавился фактор геополитики. После начала Россией специальной военной операции на Украине и последовавшими за ней беспрецедентными санкциями Запада в адрес российской экономики, в частности эмбарго на российскую нефть и ограничение расчётов за газ, лихорадка на мировых рынках углеводородов усилилась.

Вслед за ценами на топливо в европейских странах до рекордных значений подскочили и цены на электроэнергию, в отдельных странах Европы они достигали \$250 за 1 МВт.ч. Евросоюз объявил о постепенном отказе от российского газа и в разы усилил акцент на развитие «зелёной» энергетики и повышение энергоэффективности. Европейские государства один за другим стали актуализировать свои энергетические стратегии. Теперь в них фигурируют ещё более амбициозные цели по декарбонизации и темпам развития ВИЭ, чем ставились при подписании «Европейской зелёной сделки» (The European Green Deal). Прогнозируется, что темпы роста инвестиций в проекты энергоперехода будут уверенно расти, что очередной раз подтверждает степень важности формирования на национальных уровнях технологических и промышленных компетенций в «зелёной» энергетике.

Санкции тяжело ударили по российской экономике, возникли серьёзные риски для большинства инвестиционных проектов, и возобновляемая энергетика здесь не исключение. Ряд иностранных компаний объявили о приостановлении инвестиций в новые проекты, были нарушены обязательства по поставкам оборудования и компонентов. Ввиду зависимости отечественного производства оборудования для объектов ВИЭ-генерации от поставок комплектующих и материалов из иностранных государств предприятия, локализующие производство ВИЭ-оборудования, стали испытывать серьёзные проблемы. Всё это стало причиной вывода задачи импортозамещения в российском ТЭК на первое место. Началась усиленная работа над формированием в России необходимой инфраструктуры и нормативных условий для реализации ускоренного процесса замещения ключевых импортных компонентов российскими.

Значительная часть основополагающих для декарбонизации российской экономики решений к текущему моменту уже была принята. Так, принят Федеральный закон №296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», утверждена «Стратегия социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года», согласно которой реализация целевого (интенсивного) сценария позволит РФ достичь баланса между антропогенными выбросами парниковых газов и их поглощением не позднее 2060 года. В развитие принятой Правительством РФ «Стратегии» были разработаны проекты отраслевых дорожных карт, в которых уточняются конкретные мероприятия, необходимые для достижения целей «Стратегии». В 2021 году российским правительством было принято решение о продлении программы поддержки возобновляемой энергетики на период 2025–2035 годов (ДПМ ВИЭ 2.0).

Целями запуска второго этапа программы поддержки обозначены повышение конкурентоспособности отрасли возобновляемой энергетики на внутренних и внешних рынках, усиление индустриальных компетенций, а также обеспече-

ком энергии на российском энергорынке. За время реализации программы поддержки стоимость электрической энергии ВЭС и СЭС снизилась на 85 %, и тренд на падение заявленной в таких проектах цены электроэнергии будет сохраняться как минимум до 2030 года. Как показал конкурсный отбор 2021 года, инвесторы заинтересованы развивать ВИЭ в России, несмотря на крайне ограниченный объём рынка и жесточайшую конкуренцию.



**Порейская СЭС** — крупнейшая солнечная электростанция в Республике Бурятия

ние экспорта высокотехнологичного оборудования и услуг на постоянно растущем глобальном рынке. В сентябре 2021 года прошёл первый конкурсный отбор инвестиционных проектов в рамках ДПМ ВИЭ 2.0, результаты которого продемонстрировали беспрецедентные показатели по повышению эффективности проектов, снижению одноставочной цены и уровню конкуренции. Совокупная мощность отобранных в 2021 году проектов ВИЭ-генерации составила 2,7 ГВт. Важнейшее достижение — рекордное снижение цены «зелёной» электроэнергии, что сделало объекты ВИЭ, в частности, проекты ветрогенерации, самым дешёвым источни-



**Пехнологии энергоперехода будут ещё сто-**летие пользоваться устойчивым спросом

В прошлом году Правительством РФ наряду с прочими документами в направлении декарбонизации была утверждена «Концепция развития водородной энергетики». Установленный курс на водородную энергетику может стать мощным стимулом для развития сектора возобновляемой энергетики в России, при реализации установленных целей может дополнительно потребоваться строительство десятков гигаватт ВИЭ-генерации. При непосредственном участии АРВЭ ведётся разработка комплексной «Программы развития отрасли низкоуглеродной водородной энергетики РФ», планируемой к принятию в 2022 году.

Таким образом, можно заключить, что в России сформирована достаточная база для продолжения инвестиционного цикла в проектах по декарбонизации. Несмотря на приостановление новых инвестиций в России рядом международных компаний, на данный момент ни один инвестиционный проект не был отменен.

Временное смещение приоритетов в сторону выработки антикризисных мер и противодействия санкциям не снижает актуальность климатической повестки в России, и работа в сфере формирования нормативно-правовой базы полностью отражает общемировые приоритеты на снижение выбросов парниковых газов и увеличение доли производства ВИЭ в энергобалансе, пусть и не такое масштабное, как в прочих странах.

## Перспективы отрасли возобновляемой энергетики в условиях текущей геополитической ситуации и санкционных ограничений

В феврале 2022 года, в ответ на начало специальной военной операции России на Украине, страны Запада начали вводить беспрецедентные по объёму пакеты санкций в отношении РФ. В целом западные санкции направлены на финансовую, энергетическую и транспортную отрасли, поставки товаров, технологий и оборудования, визовую политику. Ряд крупных российских банков был отключён от системы межбанковских платежей SWIFT, деятельность платёжных систем Master-Card и Visa была приостановлена на территории РФ. Также были заморожены активы Центробанка РФ, размещённые за рубежом, и активы российских банков и компаний, из-за чего Россия лишилась технической возможности расплачиваться с нерезидентами. Из страны ушли многие иностранные компании, были прекращены инвестиции, поставки продукции и оборудования. Впоследствии Распоряжением Правительства РФ №430-р [3] был утверждён перечень иностранных государств и территорий, совершающих в отношении России, российских компаний и граждан недружественные действия. В него вошли в том числе все страны G7, Евросоюз и Украина.

#### Влияние геополитической нестабильности на сектор ВИЭ в РФ

В 2022 году в сложившейся геополитической ситуации возникли серьёзные риски для большинства инвестиционных проектов, и возобновляемая энергетика не исключение. Ввиду зависимости производства отечественного оборудования для объектов ВИЭ-генерации от поставок комплектующих и материалов из иностранных государств возникли определённые проблемы на локализованных производствах.

Инвесторы сталкиваются со сложностями исполнения иностранными поставщиками подписанных ранее контрактов на поставку оборудования, есть ограничения на присутствие иностранных экспертов для проведения пусконаладочных работ. Это угрожает не только проектам строительства генерирующих объектов, но и проектам строительства промышленных объектов по производству локализованного оборудования. Возникает опасность недоступности ИТ-инфраструктуры на иностранном программном обеспечении. Также инвесторы отмечают резкое повышение ставок по кредитам, что, в свою очередь, формирует риски дефолта отдельных проектов.



Гибридные солнечно-дизельные энергоустановки — первые СЭС в Республике Тыва

Участники национального рынка ВИЭ в ответ запустили серьёзную работу по перестройке логистических цепочек, выстраиванию новой системы поставок компонентов и оборудования, которая займёт определённое время. По итогам проведения отдельными компаниями предварительной оценки аналогов компонентов российского производства отмечена возможность их эффективного применения. Кроме того, уже реализованные программы локализации являются прочной основой для сохранения производственных программ.

#### В 2022 году в сложившейся геополитической ситуации возникли серьёзные риски для большинства инвестиционных проектов, и возобновляемая энергетика — не исключение

На сегодняшний день часть компаний заявила о приостановке новых инвестиций в проекты ВИЭ. Корпорация Fortum заявила о процессе контролируемого выхода с российского рынка. При этом российское подразделение продолжит реализацию взятых обязательств, а также работу над ранее начатыми инвестиционными проектами, но перестанет использовать бренд Fortum. Компания Enel заявила в марте 2022 года об уходе с российского рынка в течение нескольких месяцев. Однако все тепловые электростанции и Азовский ветропарк ПАО «Энел Россия» продолжают работать в штатном режиме. Компания также сохраняет обязательства по завершению строительства и вводу в эксплуатацию Кольской ВЭС. В начале апреля 2022 года компания Vestas (производитель ВЭУ) объявила об уходе с российского рынка. Это решение касается заводов компании в Ульяновске и Дзержинске, а также дальнейшей клиентской

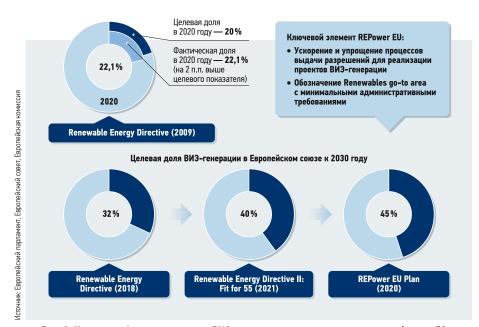
и сервисной поддержки. Компания намерена покинуть РФ контролируемым образом, что позволит осуществить передачу активов в соответствии с международным и местным законодательством.

Несмотря на приостановление новых инвестиций в РФ рядом международных компаний, на данный момент ни один инвестиционный проект не был отменен. Все виды государственной поддержки в области ВИЭ также остаются действительными. Правительство уже приняло ряд важнейших антисанкционных решений. Так, ранее отобранным инвестиционным проектам ДПМ ВИЭ была предоставлена дополнительная нештрафуемая отсрочка с сохранением 15-летнего срока поставки (это важно для устойчивости проектов), а также было предоставлено право отказаться от реализации проектов без штрафов до конца 2022 года [4].

В марте 2022 года по инициативе участников рынка ВИЭ в России Правительством РФ было принято решение о переносе в 2022 году сроков проведения конкурсных отборов по строительству генерирующих объектов ВИЭ на оптовом и розничных рынках электроэнергии (мощности) на полгода, а в дальнейшем сроки были конкретизированы [5, 6]. Как сообщило НП «Совет рынка», на ОРЭМ в соответствии с «Правилами оптового рынка электрической энергии и мошности» конкурсный отбор инвестпроектов по строительству объектов генерации, функционирующих на основе использования ВИЭ, в 2023 году пройдёт с 22 марта по 7 апреля. Отбор будет проведён в два этапа: с 22 по 28 марта и с 29 марта по 4 апреля 2023 года (4 апреля — дата окончания срока подачи заявок).

На розничных рынках, в связи с выходом Постановления Правительства РФ от 30 декабря 2022 года №2556 произошли изменения в «Основных положениях функционирования розничных рынков электрической энергии» (ПП РФ №442).

**70** 04/2023



**Рис. 1.** Целевая и фактическая доля ВИЗ-генерации в структуре энергопотребления ЕС

Изменились сроки подачи заявок на участие в региональных конкурсах: «дедлайн» подачи заявки может быть установлен с 10 ноября, а сам отбор при этом должен быть проведён до 30 ноября 2023 года.

На данный момент уверенность в том, что программа поддержки ДПМ ВИЭ 2.0 будет реализована в полном объёме и все обязательства, в том числе по экспорту, будут исполнены, сохраняется. Сектор остаётся всё так же привлекательным для инвесторов в силу повышения значимости как национальной, так и глобальной климатической повестки.

При этом сокращение взаимодействия с недружественными странами является поводом сфокусироваться на налаживании новых связей с инвесторами из дружественных стран, которые охотно готовы работать с Россией. На данный момент ряд вендоров ветрогенерирующего оборудования прорабатывает возможности выстраивания локализационных цепочек в рамках национального энергомашиностроительного кластера, по предварительным оценкам потенциала рынка может быть достаточно для появления в Российской Федерации в ближайшие два-три года не менее двух новых производителей генерирующего оборудования для ветрогенерации.

#### Влияние геополитической нестабильности на сектор ВИЭ в мире

«Американские горки» для отрасли ВИЭ продолжаются и на мировом рынке. Сначала проверку на прочность отрасли возобновляемой энергетики устроила пандемия коронавируса. COVID-19 вызвал сбой в грузоперевозках, резкий взлёт цен на сырьё, оборудование, логистику, пусконаладочные и монтажные работы.

Правительства разных стран мира ввели пакет мер поддержки отрасли, и возобновляемая энергетика продолжила наращивать установленные мощности, несмотря на кризис. После кризиса, связанного с пандемией коронавируса, стремительное восстановление мировой экономики вызвало рост спроса на электроэнергию и, в связи с этим, несбалансированность спроса и предложения. Эти явления стали одной из главных причин так называемого «энергокризиса 2021 года», когда цены на природный газ в Европейском союзе взлетели к исторически максимальным значениям.

Однако зачастую СМИ видели причину энергокризиса в значительной доле ВИЭ в энергобалансе Европы и связанными с этим локальными дефицитами энергии в силу негативных метеоусловий. Уже в этот период в Европейском союзе, вопреки всем обвинениям в сторону ВИЭ, было принято решение ускорить энергопереход, чтобы перестать зависеть от перепадов цен на рынках углеводородов.

После февраля 2022 года геополитическая ситуация в мире ещё более дестабилизировалась. В марте Правительство РФ утвердило перечень недружественных иностранных государств и территорий. Первоначальные слухи о замедлении выхода из угольной энергетики и замедлении «зелёного» перехода европейских стран из-за опасения усиления энергокризиса были опровергнуты. Цели объёмов введения объектов ВИЭ-генерации регулярно корректируются в сторону повышения (рис. 1). Установленный Директивой 2009/28/ЕС [7] общий целевой показатель ЕС по доле возобновляемых источников энергии в энергобалансе к 2020 году был в итоге перевыполнен более чем на 2 п.п. (процентных пункта). В 2018 году утверждённый целевой показатель доли ВИЭ-генерации в общем энергопотреблении, составляющий 32%, был повышен до 40% (плановая совокупная установленная мощность ВИЭ-генерации — 1067 ГВт) к 2030 году в рамках Fit for 55 — пакета мер, принятого в 2021 году [8, 9]. В мае 2022 года Европейская комиссия (ЕК) опубликовала «План по ускоренному снижению зависимости от российского ископаемого топлива и ускорению энергоперехода» (REPowerEU) [10] стоимостью €300 млрд с предложением о дальнейшем повышении целевой доли ВИЭ до более чем 40% (плановая совокупная установленная мощность ВИЭгенерации — 1236 ГВт).

Также были приняты меры по ускорению «зелёного» энергоперехода на национальных уровнях. Предложения плана REPowerEU, а также примеры для ряда стран представлены в табл. 1.

Принятые	внеплановые меры «недружественных» стран после февраля 2022 года табл.
Страна	Принятые меры
Европей- ский союз	Запуск плана REPowerEU: ускорение наращивания объёмов ВИЗ-генерации в электроэнергетике, промышленности, теплоснабжении и транспорте; увеличение общего целевого показателя 2030 года для ВИЗ-генерации с 40 до 45 % в рамках пакета Fit for 55; стратегия Евросоюза по развитию солнечной энергетики, направленная на удвоение мощности СЭС к 2025 году и установку дополнительных 600 ГВт к 2030 году; инициатива Solar Rooftop Initiative с поэтапным юридическим обязательством устанавливать солнечные панели на новых общественных и коммерческих зданиях, жилых домах; увеличение производства биометана до 35 млрд м <sup>3</sup> в год
Германия	Запуск пакета мер федерального правительства в связи с высокими затратами на электроэнергию: ускоренный переход на ВИЗ во всех секторах экономики, широкая кампания по энергосбережению в бытовом, коммерческом и промышленном секторе
Греция	Ускорение «зелёного перехода» на стратегическом уровне за счёт развития преимущественно геотермальной энергетики
Испания	Дополнительное субсидирование в размере € 500 млн предприятий, использующих ВИЭ
Португалия	Принятие нового порядка внутреннего «зелёного» налогообложения, увеличение государственного содействия выпуску «зелёных» облигаций
Франция	Увеличение объёмов субсидирования подключения домохозяйств к биогазовым установкам, увеличение кредитов на модернизацию систем отопления на основе использования ВИЭ, субсидирование переходящих на электромобили граждан
Велико- британия	Выделение £5 млрд на грантовую программу по поддержке компаний, инвестирующих в экологически безопасные технологии, энергоэффективность и развитие ВИЭ

Тем временем «дружественные» страны — партнёры России также продолжают продвигать «зелёную» повестку (табл. 2).

Казахстан в 2022 году предпринял ряд важных шагов на фоне нестабильности мирового углеводородного рынка. В марте был опубликован стратегический документ «Энергетический баланс Республики Казахстан до 2035 года», в котором озвучена необходимость ввода новых энергомощностей — 17,5 ГВт в ближайшие 13 лет. Основной упор будет сделан на низкоуглеродной генерации. Так, в эксплуатацию планируется ввести электростанции на основе использования ВИЭ совокупной мощностью 6 ГВт (35% новых вводов). Параллельно системный оператор Казахстана АО «KEGOC» приступает к разработке прогнозной модели развития Национальной электрической сети (НЭС) в рамках масштабной модернизации НЭС на основе современных технологий Smart Grid.

Таким образом, Республика Казахстан планирует объединить изолированную западную энергетическую зону с республиканской ЕЭС и приступить к использованию уникального ветропотенциала в районе Джунгарских ворот и Шелекского коридора. В подтверждение своих намерений по развитию ВИЭ в апреле и мае 2022 года Казахстан провёл ряд рабочих встреч с представителями международных энергетических структур по вопросам сотрудничества в сфере возобновляемой энергетики.

Китай практически не отреагировал на волатильность углеводородного рынка и продолжил планомерно наращивать долю ВИЭ в энергоструктуре страны. Так, весной 2022 года были опубликованы пятилетние планы по развитию энергетических инновационных технологий с акцентом на ВИЭ, а также планы по развитию энергетической системы Китая с упором на реализацию потенциала офшорной ветроэнергетики.

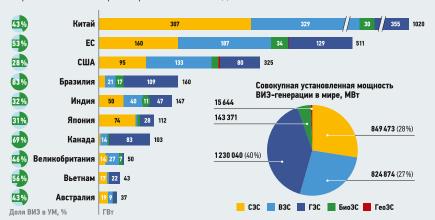
Важнейшим шагом для Индии стало начало строительства проекта Ріппариram IRESP стоимостью \$3 млрд весной 2022 года. Комплексный генерирующий объект будет состоять из СЭС (3 ГВт), ВЭС (0,55 ГВт) и гидроаккумулирующей станции (1,7 ГВт). Ожидается, что Pinnapuram IRESP сократит ежегодный уровень выбросов парниковых газов на 15 млн тонн. Также для решения одной из ключевых проблем индийской энергетики (нехватки сетевой инфраструктуры и низкой эффективности передачи электроэнергии) анонсировано открытие научного парка «Центр знаний умных сетей» (Smart Grid Knowledge Center).

Казахстан

#### Развитие отрасли ВИЗ в мире по итогам 2021 года

По данным IRENA [11], общая установленная мощность ВИЭ-генерации в мире по итогам 2021 года составила 3064 ГВт, увеличившись на 257 ГВт по сравнению с предыдущими годом (с учётом вывода из эксплуатации и замещения на объектах ВИЭ-генерации выработавшего парковый ресурс оборудования). При этом наибольшие объёмы мощности в глобальном энергобалансе приходятся на ГЭС — 1230 ГВт [в этой оценке мощности гидроэнергетики не учитываются гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС), на которые приходятся дополнительные 130 ГВт мощности], а также на СЭС и ВЭС — 849 ГВт и 825 ГВт, соответственно (рис. 2). Доля ВИЭ-генерации в совокупном объёме установленной мощности в мире выросла почти на 2 п.п.: с 36,6 % в 2020 году до 38,3 % в 2021-м. Совокупный объём новых вводов ВИЭ-генерации в мире в 2021 году составил 295 ГВт [12]. При этом 88%) вводов энергомощностей пришлись на солнечные (133 ГВт) и ветровые электростанции (93 ГВт). По прогнозам МЭА, в 2022 году глобальный прирост мощностей объектов ВИЭ-генерации составит рекордные 320 ГВт. Основной объём масштабных вводов ожидается в Китае, США, Латинской Америке и странах Европы.

В 2021 году энергетический переход набрал обороты, поскольку страны продолжали расширять возможности использования ВИЭ, однако темпы роста до сих пор недостаточны для достижения климатической цели ограничения роста глобальной температуры в пределах 1,5°С. По оценкам IRENA, к 2030 году доля ВИЭ в общем объёме производства энергии во всех секторах мировой экономики должна составить около 40%.



**Рис. 2.** Установленная мощность объектов ВИЭ-генерации в странах-лидерах (2021)

#### :: Меры «дружественных» стран по поддержке развития ВИЭ

табл. 2

Асточник: Renewable Capacity Statistics 2022. IRENA (2022)

# Страна Принятые меры Аргентина Новая стадия масштабной национальной программы «ВИЗ для сельского населения страны, не имеющего доступ к электроэнергии из-за удалённости от распределительных сетей» (РЕRMER) — ввод первых станций в эксплуатацию в апреле 2022 года. Новый отбор программы Low Carbon and Circular Есопоту Business Action (LCBA) при финансовой поддержие ЕС — для поощрения использования европейских «зелёных» технологий и ускоренного энергоперехода (от 23.05.2022) Бразилия Публикация «Десятилетнего плана развития энергетики» (The Plan for the Development of Energy, PDE) до 2031 года с акцентом на продвижение ВИЗ (от 05.04.2022). Активное многоступенчатое обсуждение участниками рынка Указа о развитии офшорной ветроэнергетики (от 25.01.2022) для последующего вынесения на публичные слушания вопросов экологического лицензиро

обсуждение участниками рынка Указа о развитии офшорной ветроэнергетики (от 25.01.2022) для последующего вынесения на публичные слушания вопросов экологического лицензирования, создания нормативно-правовой базы, привлечения инвестиций. Подписание с Индией меморандума о сотрудничестве в области биоэнергетики и биотоплива

Індия Запуск нового научного парка «Центр знаний умных сетей» (Smart Grid Knowledge Center). Развитие проекта «Одна сеть — одна нация» (One Nation — One Grid) по электрификации страны. Начало возведения крупнейшего в мире интегрированного проекта накопления возобновляемой энергии Pinnapuram IRESP. Подписание с Бразилией меморандума о сотрудничестве в области биоэнергетики и биотоплива. Упрощение процедуры подготовки и согласования документов для участников тендеров на строительство станций ВИЗ и межрегиональной передачи электроэнергии

Китай Опубликование пятилетнего плана развития энергетических технологий с акцентом на ВИЗ. Опубликование пятилетнего плана развития энергетической системы с упором на продвижение офшорной ветроэнергетики. Запланированное снижение углеродного следа за счёт масштабного перехода на ВИЗ-генерацию на сельских территориях

Масштабная модернизация Национальной электрической сети. Разработка концепции внедрения технологии «умных сетей» на примере Татарстана. Опубликование стратегии «Энергетического баланса Республики Казахстан до 2035 года» с обозначением планируемого введения объектов ВИЗ-генерации совокупной мощностью 6 ГВт. Проведение ряда заседаний казахстанско-европейских рабочих групп по вопросам энергосбережения, повышения энергоэффективности, производства водорода и развития ВИЗ

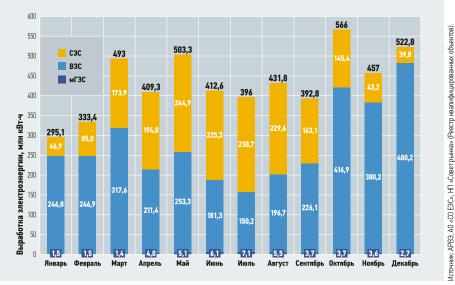
Узбекистан
Разработан генеральный план долгосрочного развития электроэнергетического сектора, в том числе в части ВИЗ-генерации. Утверждены долгосрочные целевые параметры развития отрасли возобновляемой энергетики и план мер для дальнейшего развития. В целях стимулирования использования ВИЗ законом Республики Узбекистан «Об использовании ВИЗ» предоставляется ряд мер поддержки для участников отрасли. Постановлением Президента определено увеличение доли производства электроэнергии с использованием ВИЗ до уровня более 25 % к 2030 году

сточник: АРВЭ.

Весной 2022 года Индия предприняла ряд шагов для ускоренного развития ВИЭ и повышения уровня энергетической независимости. В апреле министры энергетики Бразилии и Индии организовали альянс по вопросам биоэнергетики и биотоплива и договорились о запуске Виртуального центра передового опыта по использованию этанола. В том же месяце власти Индии пересмотрели процедуры тендеров на строительство станций ВИЭ и межрегиональную передачу электроэнергии, значительно упростив процесс подготовки и согласования документов.

Южноамериканские страны следуют общемировому тренду увеличения объёмов возобновляемой генерации. Основной интерес Бразилии, обладающей обширной береговой линией, сосредоточен на развитии офшорной ветроэнергетики. Это подтверждают как недавние правительственные указы, так и опубликованный в апреле 2022 года «Десятилетний план развития энергетики». При этом в стране активно развивается рынок распределённой розничной генерации на основе ВИЭ для целей энергоснабжения промышленных и коммерческих потребителей.

Аргентина проявляет большой интерес к ускоренному развитию ВИЭ и процессу повышения собственной энергоэффективности на фоне многолетнего внутреннего энергокризиса, подстёгиваемого мировой энергетической нестабильностью. Главный госпроект в области ВИЭ — «ВИЭ для сельского населения страны, не имеющего доступ к электроэнергии» (РЕКМЕК) — был анонсирован ещё в 2020 году, проектные документы и тендеры появились в 2021-м, а весной 2022-го в ряде регионов были введены в эксплуатацию пилотные станции проекта.



ះ Рис. 4. Объём выработки электроэнергии на квалифицированных объектах ДПМ ВИЗ (2021)

## Развитие проектов ВИЗ на оптовом рынке электроэнергии и мощности в 2021 году и первом полугодии 2022-го Реализованные инвестиционные проекты на оптовом рынке

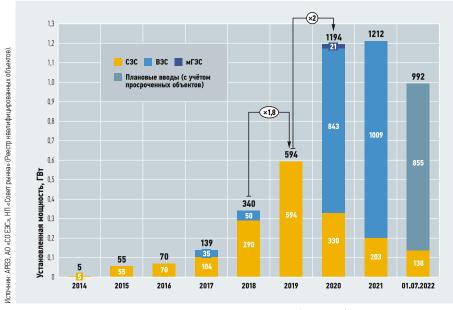
В 2021 году, вслед за предыдущим годом, в России сохранились высокие темпы строительства «зелёных» энергомощностей. Объём ввода в эксплуатацию новых объектов ВИЭ-генерации второй год подряд превысил 1 ГВт: в рамках программы поддержки ДПМ ВИЭ за 2021 год построено 1212 МВт (рис. 3). Рынок ветроэнергетики, как и годом ранее, демонстрировал повышение темпов строительства: 1009 МВт новых ветроэлектростанций начали поставлять электроэнергию на оптовый рынок в 2021 году. На рынке солнечной генерации за аналогичный период было построено 203 МВт мощности — на 35 % ниже, чем годом ранее.

Увеличение общей мощности «зелёной» генерации в четвёртом квартале 2022 года, по данным АРВЭ, составило 256,3 МВт. На долю ветрогенерации в отчётном периоде пришлось 230,4 МВт введённых мощностей. Всего в 2022 году состоялся ввод в эксплуатацию 16 объектов ВИЭ общей мощностью 412,3 МВт. По итогам прошлого года совокупная установленная мощность ВИЭ-генерации в России достигла отметки в 5,78 ГВт, что составляет 2,3% от мощности всех электростанций РФ. Из этого объёма в рамках программы ДПМ ВИЭ уже введено 4002,1 МВт (1,6% в национальной энергосистеме).

На фоне роста совокупной мощности «зелёной» генерации в стране объём выработки электроэнергии объектами, реализованными по ДПМ ВИЭ, также увеличился. В четвёртом квартале 2022 года этот показатель составил 1927 млн кВт-ч, что на 25% больше, чем за аналогичный период 2021 года. Вместе с тем доля «зелёной» генерации в общем объёме выработки электроэнергии в РФ по итогам 2022 года осталась на прежнем уровне — 0,69%.

Рост наблюдается и по коэффициенту использования установленной мощности (КИУМ) для ВЭС и мГЭС — 32,1% и 40,6% в 2022 году против 29,8% и 25% в 2021-м, соответственно. При этом среднегодовой КИУМ объектов солнечной генерации сократился незначительно — на 0,4 п.п.

По итогам 2021 года участники рынка ВИЭ продемонстрировали наращивание компетенций в строительстве объектов, преодолев большинство имеющихся штрафуемых задержек и выполнив план вводов более чем на 90%. Выработка электроэнергии объектами ВИЭ-генерации, построенными в рамках ДПМ ВИЭ, составила 5213 млн кВт-ч (рис. 4) — 0,47% от общей выработки электроэнергии в РФ.



:: Рис. 3. Динамика вводов электростанций на основе ВИЗ (ДПМ ВИЗ)

По данным АРВЭ, по состоянию на июль 2022 года доля выработки объектов солнечной, ветровой и малой гидрогенерации в рамках ДПМ ВИЭ в объёме потребления электроэнергии в ЕЭС России достигла 0,7%. Следует отметить, что в рамках ежеквартальных отчётов АРВЭ осуществляет мониторинг выработки всех электростанций, функционирующих в рамках ДПМ ВИЭ. Средний коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) электростанций по итогам 2021 года составил: для СЭС — 14,3%, ВЭС — 29,9%, МГЭС — 24,8%.

К концу 2024 года по итогам реализации первого этапа программы поддержки ДПМ ВИЭ 1.0 в России будут функционировать 5,43 ГВт ВИЭ-генерации. За последние восемь лет вводов участники рынка реализовали отобранные инвестиционные проекты уже на две трети от общего объёма программы поддержки, успешно преодолев значительное количество вызовов.

#### Ветровые электростанции

В соответствии с графиком реализации программы поддержки до конца 2021 года инвесторы в ветрогенерацию в рамках ДПМ ВИЭ должны были ввести 740 МВт плановых ветряных электростанций, а также 470 МВт ВЭС, плановые сроки поставки по которым наступили в предыдущие периоды.

В итоге, несмотря на отголоски кризиса, связанного с пандемией коронавируса, все штрафуемые объекты были построены, лишь один объект ветрогенерации был просрочен — Кольская ВЭС мощностью 201 МВт в Мурманской области. Данная ВЭС должна была начать поставку



**Рис. 5.** Распределение инвестиционных проектов ВЭС\* (ДПМ ВИЭ 1.0 и 2.0), МВт



**Рис. 6.** Распределение инвестиционных проектов ВЭС (ДПМ ВИЗ 1.0 и 2.0) по субъектам РФ

мощности на рынок с 1 декабря 2021 года, однако в связи с наступлением обстоятельств непреодолимой силы, повлёкших невозможность исполнения обязательств по ДПМ, компания «Энел Россия» получила отсрочку по штрафам до марта 2022 года (здесь форс-мажорным обстоятельством стало подтопление летом 2020 года автомобильного моста — единственной дороги от порта до площадки Кольской ВЭС). В дальнейшем запуск первой очереди Кольской ВЭС успешно состоялся в декабре 2022 года.

По итогам 2021 года основными участниками сектора ветрогенерации продолжают выступать три инвестора: Фонд развития ветроэнергетики (ФРВ) [с января 2022 года этот фонд, созданный на паритетной основе ПАО «Фортум» и Группой «Роснано», полностью контролируется группой Fortum], АО «НоваВинд» (ГК «Росатом») и ПАО «Энел Россия» (рис. 5). В результате первого отбора проектов в рамках ДПМ ВИЭ 2.0, прошедшего в 2021 году, перечень инвесторов не обновился, и в конкурсе участвовали только две компании: АО «Новавинд» и ООО «Ветропарки ФРВ» (входит в контур управления ПАО «Фортум»).

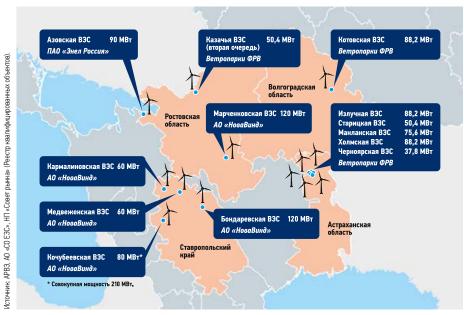
В соответствии с графиком реализации программы поддержки ветроэнергетики РФ до конца 2021 года инвесторы должны были ввести 740 МВт плановых ветряных электростанций, а также 470 МВт ВЗС по предыдущим периодам

Наибольший объём введённых и отобранных проектов реализован и запланирован к размещению в Волгоградской области. Ставропольском крае и Ростовской области. Распределение отобранных проектов по компаниям и субъектам РФ представлено на рис. 6.



Ростовская область лидирует по мощности установленных ветропарков (607 МВт)

**74** 



**Рис. 7.** Введённые объекты ВЭС на оптовом рынке в 2021 году

В 2021 году АО «НоваВинд» удалось выйти на плановый график строительства. Компания ввела в эксплуатацию 440 МВт ВЭС, почти удвоив объёмы ввода ветроэнергетических мощностей 2020 года (в 2020 году введены первые два ветропарка компании АО «НоваВинд» совокупной мощностью 280 МВт — Адыгейская ВЭС и первые очереди Кочубеевской ВЭС). В начале 2021 года завершилось строительство Кочубеевской ВЭС (старт ввода данной ВЭС пришёлся на декабрь 2020 года — в эксплуатацию были введены 52 ветроустановки мощностью 2,5 МВт, а в январе 2021 года запущены оставшиеся 32 ВЭУ) в Ставропольском крае, сохраняющей до текущего момента статус самой крупной действующей ВЭС в России — её мощность составляет 210 МВт. Также в течение года были запущены Кармалиновская, Марченковская, Бондаревская и Медвеженская ВЭС совокупной мощностью 360 МВт.

В апреле 2022 года общий объём электроэнергии, выданной в единую энергосистему России ветропарками компании АО «Новавинд», с момента введения в эксплуатацию первого объекта превысил 2 млрд кВт.ч. Компанией были запланированы к вводу дополнительно 280 МВт новых ветромощностей. Весь объём будет размещён в Ставропольском крае одном из ключевых регионов для строительства ветропарков АО «НоваВинд». В настоящее время построена и введена в эксплуатацию Берестовская ВЭС мощностью 60 МВт, осуществляется строительство Кузьминской ВЭС мощностью 160 МВт, а также получено разрешение на строительство Труновской ВЭС мощностью 95 МВт в Ставропольском крае.

Фонд развития ветроэнергетики в 2021 году также успешно прошёл экватор первой программы ДПМ ВИЭ. В последнем квартале прошлого года в Астраханской, Волгоградской и Ростовской областях запущены 479 МВТ ВЭС, в результате чего совокупная установленная мощность введённых мощностей Фонда развития ветроэнергетики превысила 1 ГВт (по итогам вводов 2018–2021 годов). Наибольший объём вводов ФРВ в 2021 году пришёлся на Астраханскую область, где пять ВЭС мощностью 340 МВт вывели регион на лидирующие позиции по годовому объёму вводов и совокупной мощности ВИЭ.

Весной 2021 года свою первую ВЭС запустила компания ПАО «Энел Россия» (с конца ноября 2022 года — ПАО «ЭЛ5-Энерго»). Азовская ВЭС мощностью 90 МВт, столкнувшаяся с коронавирусным форс-мажором, сумела справиться с отголосками пандемии, успешно была введена в эксплуатацию и начала поставлять электро-



**Строительство 24 установок Медвеженской** ВЗС на Ставрополье заняло меньше года

энергию на оптовый рынок. Объект в Ростовской области оказал положительное влияние на общие производственные показатели ПАО «Энел Россия»: за год с момента ввода в эксплуатацию выработка ВЭС составила 266 млн кВт.ч. Кроме того, Азовская ВЭС — это первый объект ВИЭ в ЕЭС России, на котором внедрена технология дистанционного управления как активной, так и реактивной мощностью генерирующего оборудования. В конце прошлого года компания должна была ввести в эксплуатацию также Кольскую ВЭС, но плановая дата ввода перенесена (например, строящийся ветропарк в Мурманской области должен быть полностью готов уже в октябре 2022 года).

Территориальное распределение объектов ВЭС, построенных в рамках ДПМ ВИЭ в 2021 году, представлено на рис. 7.

#### Солнечные электростанции

В секторе солнечной энергетики отставание от графика реализации программы поддержки было ликвидировано ещё в 2020 году. По состоянию на июль 2022 года реализовано 100% проектов в соответствии с отобранными в результате конкурсных отборов квот. В 2021 году и первом полугодии 2022 года в рамках ДПМ ВИЭ введены солнечные электростанции совокупной мощностью 203 и 138 МВт.

Компания ООО «Авелар Солар Технолоджи» в течение 2021 года ввела в эксплуатацию 90 МВт фотоэлектрической генерации: Нефтезаводскую СЭС в Волгоградской области, первый этап Читинской СЭС в Забайкальском крае, Русско-Полянскую СЭС в Омской области, Новопереволоцкую СЭС и Светлинскую СЭС-2 в Оренбургской области. В первой половине 2022 года ООО «Авелар Солар Технолоджи» завершило ввод второго и третьего этапа Дергачевской СЭС (мощностью 35 МВт) в Саратовской области и второго этапа Читинской СЭС (15 МВт) в Забайкальском крае. Также состоялся запуск Черновской СЭС (35 МВт) в Забайкальском крае и первой крупной СЭС в Республике Дагестан — Южно-Сухокумской СЭС мощностью 15 МВт. Компания ООО «Солар Системс», запустив в начале 2021 года в Башкирии Гафурийскую СЭС мощностью 15 МВт, завершила реализацию портфеля проектов в рамках ДПМ ВИЭ 1.0. Построенные и введённые на оптовом рынке электроэнергии солнечные электростанции «Солар Системс» совокупной мощностью 365 MBт в октябре 2021 года преодолели отметку в 1 млрд кВт∙ч суммарной выработки (с момента введения в эксплуатацию первого объекта в 2017 году).

ПАО «Фортум» в 2021 году реализована первая очередь проекта Аршанской СЭС в Калмыкии мощностью 78 МВт. Технологическим партнёром компании при строительстве объекта стала ГК «Хевел». В 2022 году построена вторая очередь объекта мощностью 38 МВт, после чего первого июля Аршанская СЭС, получившая статус квалифицированного объекта, вышла на плановую мощность 116 МВт и стала крупнейшей в России. Ранее статус самой крупной СЭС, построенной в рамках ДПМ ВИЭ, носила Старомарьевская СЭС (владелец ООО «Солар Системс») мощностью 100 МВт, расположенная в Ставропольском крае.

По итогам первого полугодия 2022 года все проекты солнечной генерации, запланированные в рамках первого этапа программы поддержки ДПМ ВИЭ, реализованы. Совокупная мощность введённых в эксплуатацию СЭС в рамках ДПМ ВИЭ (за период 2014–2022 годов) составила 1788 МВт. С 2023 года проекты строительства солнечных электростанций уже будут реализовываться по правилам второго этапа программы поддержки (ДПМ ВИЭ 2.0).

Основными инвесторами в проекты солнечной генерации выступают следующие компании: ООО «Авелар Солар Технолоджи» (ГК «Хевел»), ООО «Солар Системс», ПАО «Фортум» и ООО «Вершина Девелопмент» (рис. 8).

#### Малые гидроэлектростанции

В части развития проектов малой гидрогенерации пик вводов в рамках ДПМ ВИЭ предстоит пройти до конца 2022 года: к завершению запланированы 124 МВт малых ГЭС (с учётом просроченных объектов). Однако, учитывая текущий санк-

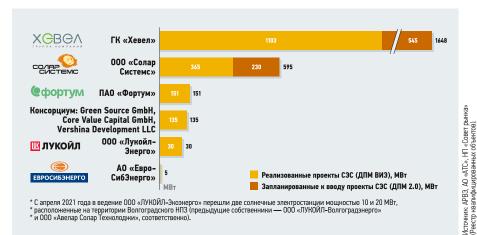
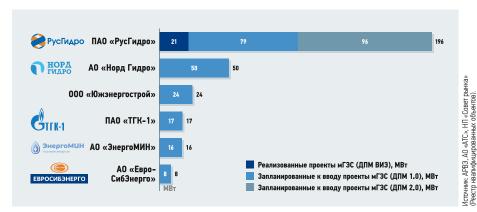


Рис. 8. Распределение инвестиционных проектов СЭС (ДПМ ВИЗ 1.0 и 2.0)



**Рис. 9.** Распределение инвестиционных проектов мГЭС (ДПМ ВИЗ 1.0 и 2.0)

ционный режим функционирования экономики, сроки реализации могут быть смещены на 2023 и 2024 годы (Постановление Правительства РФ от 20.05.2022 №912 допускает нештрафуемую отсрочку ввода объектов МГЭС на 30 месяцев и объектов ВЭС и СЭС на 24 месяца без соответствующего сокращения периода поставки мощности — сохраняется 15 лет).

Ожидается ввод МГЭС на Просянском сбросе БСК (мощностью 7 МВт) и Горько-Балковской МГЭС (9 МВт) в Ставропольском крае, двух Белопорожских МГЭС (по

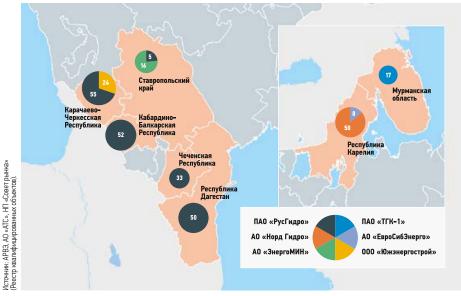
24,9 МВт) и Сегозерской МГЭС (8,1 МВт) в Карелии, а также двух Красногорских МГЭС (по 24,9 МВт) в Карачаево-Черкесской Республике. На текущий момент по программе ДПМ ВИЭ введены только три объекта малой гидрогенерации общей мощностью 21 МВт (рис. 9).

В 2021 году на первом конкурсном отборе проектов ВИЭ в рамках ДПМ ВИЭ 2.0 были отобраны три новых проекта малой гидрогенерации мощностью 96 МВт для строительства в Северо-Кавказском федеральном округе (республики Кабардино-Балкария, Чечня и Дагестан).

По данным ПАО «РусГидро», в настоящее время завершается строительство двух Красногорских МГЭС (по 24,9 МВт), строится Башенная МГЭС (10 МВт), проектируются Верхнебаксанская (23,2 МВт), Нихалойская (23 МВт) и Могохская (49,8 МВт) малые ГЭС. В ноябре 2021 года в Кабардино-Балкарской Республике запущено строительство Черекской малой ГЭС (МГЭС Псыгансу).

Компания «ЭнергоМИН» в настоящее время реализует два проекта по строительству Горько-Балковской МГЭС (9 МВт) и «Малой ГЭС на Просянском сбросе БСК» (7 МВт). По данным компании, запуск данных объектов в эксплуатацию намечен на 2022 год.

Территориальное распределение отобранных в рамках ДПМ ВИЭ проектов МГЭС представлено на рис. 10.



**Рис. 10.** Распределение инвестиционных проектов МГЭС (ДПМ ВИЗ 1.0 и 2.0) по субъектам РФ

**76** 

На июль 2022 года совокупная установленная мощность объектов ВИЗ-генерации, работающих в ЕЗС России и в технологически изолированных территориальных энергосистемах, составляет 5,47 ГВт

Помимо малых ГЭС, вводимых в рамках программы поддержки ДПМ ВИЭ, в России функционирует более 100 малых ГЭС (с установленной мощностью до 50 МВт) совокупной мощностью более 1,2 ГВт, построенных ещё во времена СССР и играющих важную роль в энергоснабжении ряда регионов России.

#### ВИЭ-генерация в ЕЭС ТИТЭС России

По состоянию на июль 2022 года совокупная установленная мощность объектов ВИЭ-генерации, работающих в Единой энергосистеме России (ЕЭС России) и в технологически изолированных территориальных энергосистемах (ТИТЭС), составляет 5,47 ГВт (рис. 11). В структуре установленной мощности ВИЭ лидируют ветровые и солнечные электростанции (на них приходится по 2,1 ГВт мощности) и малые гидроэлектростанции мощностью до 50 МВт (1,2 ГВт), причём из них только 32 МВт — это мощность новых объектов, реализованных в рамках программ поддержки на оптовом и розничных рынках, а остальные объекты МГЭС имеют средний возраст 50 лет. Помимо этого, эксплуатируются электростанции, функционирующие на основе биомассы, биогаза, свалочного газа, энергии приливов и геотермальной энергии, совокупной мощностью около 100 МВт.



\*\* Рис. 12. Карта распределения ВИЗ-генерации по энергосистемам (зонам) России



Монтаж ветроколеса на Кочубеевской ВЭС

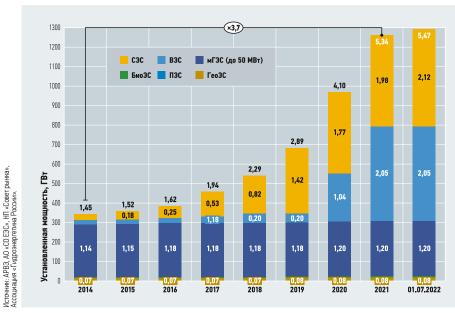
В последние два года основной прирост совокупной мощности произошёл благодаря активному вводу ветроэлектростанций в рамках ДПМ ВИЭ.

На сегодняшний день более 97% объектов ВИЭ-генерации (5,33 ГВт) расположены в ЕЭС России, при этом 64% всей мощности ВИЭ функционируют в объединённой энергосистеме (ОЭС) Юга Российской Федерации, около 11% — в ОЭС Урала, 7–8% — в ОЭС Северо-Запада и ОЭС Сибири России (рис. 12).

На сегодняшний день установленная мощность ВИЭ-генерации в России составляет примерно 2,2% от общей мощности всех генерирующих объектов РФ (на ДПМ ВИЭ приходится доля 1,5%). При выполнении всех запланированных целей совокупная мощность ВИЭ к 2035 году приблизится к 20 ГВт и составит около 7% в общем объёме установленной мощности России (рис. 13).

Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2035 года, утверждённые Распоряжением Правительства РФ №1-р [13], содержат целевые показатели объёма производства электрической энергии с использованием ВИЭ и её потребления в совокупном балансе производства и потребления электрической энергии.

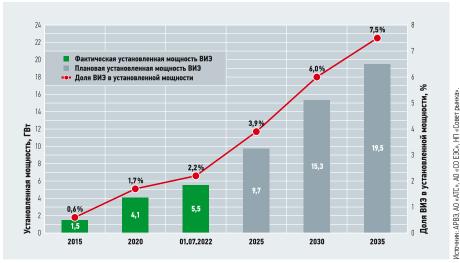
Так, российским правительством установлены следующие целевые показатели доли ВИЭ: 2024 год — 4,5 %, 2035 год — не менее 6 %. Несмотря на активное развитие сектора на оптовом рынке в последние несколько лет, определённого распоряжением объёма поддержки недостаточно для достижения установленных целевых показателей к 2024 году.



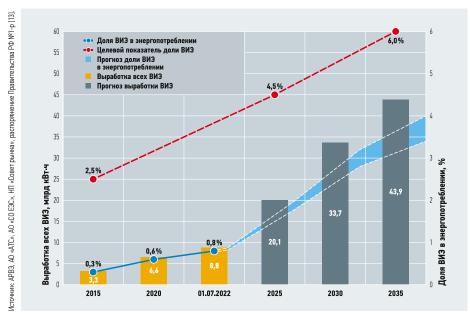
**Рис. 11.** Совокупная установленная мощность электростанций на основе ВИЗ в России

При этом достижение выработки ВИЭ-генерации к 2035 году показателя 6% от совокупного объёма производства и потребления в РФ планируется обеспечить более чем на 50% за счёт программ поддержки оптового рынка (ДПМ ВИЭ), а также за счёт механизма стимулирования инвестиций в ВИЭ-генерацию, функционирующего на розничных рынках электрической энергии, и проектов, реализуемых промышленностью в целях обеспечения собственных нужд.

На текущий момент дифференцированный мониторинг объёмов выработки электроэнергии объектами ВИЭ ведётся



**Рис. 13.** Текущая и прогнозная доля ВИЭ в установленной мощности\*



\*\* Рис. 14. Текущая и целевая доля ВИЗ (без учёта выработки малых ГЗС мощностью более 25 МВт) в потреблении электроэнергии в Российской Федерации

для диспетчеризуемых СЭС и ВЭС на основе данных, предоставляемых АО «СО ЕЭС». Помимо этого, показатель доли ВИЭ в совокупном объёме производства электроэнергии публикуется Росстатом (на основе сводных данных отчётности по форме №23-Н «Сведения о производстве,

передаче, распределении и потреблении электрической энергии»). На рис. 14 представлена динамика фактического и расчётного показателя доли всех объектов ВИЭ-генерации (кроме малых ГЭС мощностью свыше 25 МВт) в энергопотреблении России до 2035 года.

- Доля генерации на основе возобновляемых источников энергии в Российской Федерации значительно ниже, чем в странах, активно реализующих политику энергоперехода в последние десятилетия. Тем не менее, существующая система поддержки и объявленный в стране курс на углеродную нейтральность обеспечили дополнительный импульс для инвестиций в возобновляемую энергетику.
- В 2021 году произошёл настоящий тектонический сдвиг в части отношения к вопросу декарбонизации экономики, была принята «Стратегия социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» [14], согласно которой реализация целевого (интенсивного) сценария позволит Российской Федерации достичь баланса между антропогенными выбросами парниковых газов и их поглощением не позднее 2060 года.

Очевидно, что, учитывая текущий уровень технологического развития сектора электроэнергетики, достижение углеродной нейтральности может быть выполнено только с учётом ускоренной модернизации энергетического сектора и стремительного развития ВИЭ-генерации.

Продолжение следует.

- 1. Global Energy Review:  ${\rm CO}_2$  Emissions in 2021. Global emissions rebound sharply to highest ever level. IEA. Paris, France. 2022.
- 2. Renewable Energy Market Update 2022: Outlook for 2022 and 2023, IEA. Paris. France, 2022.
- Об утверждении перечня иностранных государств и территорий, совершающих в отношении Российской Федерации, российских юридических лиц и физических лиц недружественные действия (с изм. и доп.): Распоряжение Правительства РФ от 05.03.2022 №430-р.
- 4. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в целях установления особенностей правового регулирования отношений в сферах электроэнергетики, тепло-, газо-, водоснабжения и водоотведения: Постановление Правительства РФ от 20.05.2022 №912.
- О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в части переноса сроков проведения в 2022 году конкурсных отборов инвестиционных проектов по строительству генерирую-

- щих объектов, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии, на оптовом рынке электрической энергии и мощности и на розничных рынках электрической энергии: Постановление Правительства Российской Федерации от 10,03.2022 №338.
- 6. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам проведения конкурсных отборов инвестиционных проектов по строительству генерирующих объектов, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии, на оптовом и розничных рынках электрической энергии и по вопросам установления отдельных особенностей государственного регулирования цен (тарифов) в электроэнергетике в 2022 и 2023 годах: Постановление Правительства РФ от 01.06.2022 №999.
- Directive 2009/28/EC. The European Parliament and the European Council. 2009.
- Directive 2018/2001/EU. The European Parliament and the European Council. 2018.

- Directive amending 2018/2001/EU. The European Parliament and the European Council. 2021.
- REPowerEU Plan 2022. The European Commission. Brussels, Belgium. May 2022.
- 11. Renewable Capacity Statistics 2022. IRENA. Abu Dhabi, UAE. 2022.
- Renewable Energy Market Update 2022: Outlook for 2022 and 2023. International Renewable Energy Agency (IRENA). Abu Dhabi, UAE. 2022.
- 13. Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2035 года: Распоряжение Правительства РФ от 08.01.2009 №1-р (в ред. Распоряжения Правительства РФ от 01.06.2021 №1446-р).
- 14. Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года: Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 №3052-р.

**78** 



### XX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ



# **КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ**BOILERS AND BURNERS



новинки технологии инновации 2023 31 ОКТЯБРЯ—3 НОЯБРЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ ЭКСПОФОРУМ WWW.BOILERS-EXPO.RU



при поддержке:













HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

Analysis of ways to dispose of used wooden railway sleepers. Pp. 40–41. Viktoria P. Rybalskya, postgraduate student, the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)

- Ob jenergosberezhenii i o povyshenii jenergeticheskoj jeffektivnosti i o vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federatsii [On energy saving and on improving energy efficiency and on amending certain legislative acts of the Russian Federation]. Federal'nyj zakon RF ot 23.11.2009 №261-FZ [Federal Law of Russia No. 261-FL of November 23, 2009]. [In Russian]
- 2. D.M. Ginzburg. *Gazifikatsija topliva i generatornye ustanovki* [Fuel gasification and generator sets]. Moscow. 1938. 386 p. [In Russian]
- B.V. Kantorovich. Vvedenie v teoriju gorenija i gazifikatsija tverdogo topliva [Introduction to the theory of combustion and gasification of solid fuels]. Moscow. Metallurgizdat [State Publishing House of Literature on Ferrous and Non-Ferrous Metallurgy of the USSR ("Metallurgizdat" Publisher)]. 1961. 355 p. [In Russian]
- B.D. Katsnelson, Ju.N. Korchunov, A.A. Liverovskij et al. Sloevye metody jenergohimicheskogo ispol'zovanija topliva [Layered methods of energy-chemical use of fuel]. Moscow; Leningrad. Gosjenergoizdat [State Publishing House of Literature on Energy of the USSR ("Gosenergoizdat" Publisher)]. 1962. 188 p. [In Russian]

#### Calculation and construction of heating devices from smooth pipelines.

**Boris P. Novoseltsev**, PhD, Associate Professor; **Natalia A. Drapalyuk**, PhD, Associate Professor; **Elena Yu. Dudkina**, senior lecturer, the Department of Housing and Communal Services, <u>Voronezh State Technical University</u> (VSTU)

- V.N. Bogoslovsky, B.A. Krupnov, A.N. Scanavi et al. Spravochnik proektirovshhika. Vnutrennie sanitarno-tehnicheskie ustrojstva [Designer's guide. Internal sanitary devices]. V 3-h ch. Ch. 1: Otoplenie [In three parts. Part 1: Heating]. 4th edition, rev. and exp. Edited by I.G. Staroverov, Yu.I. Schiller. Moscow. Strojizdat [Publishing House of Literature on the Construction and Architecture ("Stroiizdat" Publishers)]. 1990. 343 p. [In Russian]
- V.V. Belousov. Otoplenie i ventiljatsija: uchebnik. Ch. 1: Otoplenie [Heating and ventilation: A textbook. Part 1: Heating]. Moscow. Strojizdat [Publishing House of Literature on the Construction and Architecture ("Stroiizdat" Publishers)]. 1967. 280 p. [In Russian]
- V.N. Bogoslovsky, A.N. Skanavi. Otoplenie: ucheb. dlja vuzov [Heating: A textbook for universities]. Moscow. Strojizdat [Publishing House of Literature on the Construction and Architecture ("Strojizdat" Publishers)]. 1991. 736 p. [In Russian]
- 4. B.P. Novoseltsev, N.A. Drapalyuk, E.Yu. Dudkina. Raschet i konstruirovanie otopitel'nyh priborov iz gladkih truboprovodov: metodich. ukazanija [Calculation and design of heating devices from smooth pipelines: Guidelines]. Voronezh. Izd-vo VGTU [Publishing House of Voronezh State Technical University]. 2023. 23 p. [In Russian]

#### **ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING**

Modeling and research in Aspen HYSYS and COMSOL Multiphysics functional characteristics of the heat pump for social infrastructure facilities. Pp. 60–67.

Vladimir A. Suchilin, Doctor of Technical Sciences, Professor; Alexander S. Kochetkov, senior lecturer; Nikolay N. Gubanov, senior lecturer, Russian State University of Tourism and Service (RGUTIS, dp. Cherkizovo, Moscow region)

- 1. Novosti rynka: Mirovoj rynok teplovyh nasosov "vozdukh-voda" v 2022 godu [Market News: the world market of air-to-water heat pumps in 2022]. Zhurnal Santehnika, otoplenie, konditsion-irovanie (SOK) [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation] of August 25, 2022. Web-source: c-o-k.ru. Access data: April 06, 2022. [In Russian]
- M. Kalnin', S.B. Pustovalov, A.I. Savitckij. Masshtaby i perspektivy primenenija teplovyh nasosov na R744 [The scale and prospects of the use of heat pumps on R744]. Holodil'naja tehnika [Refrigeration technology]. 2013. No. 3. Pp. 22–26. [In Russian]
- 3. M.H. Kim, J. Pettersen, C.W. Bullard. Fundamental process and system design issues in  $CO_2$  vapor compression systems. Progress in Energy and Combustion Science. 2004. Vol. 30. Issue 2. Pp. 119–174.
- 4. Y. Song, C. Cui, X. Yin, F. Cao. Advanced development and application of transcritical  $CO_2$  refrigeration and heat pump technology A review. Energy Reports. 2022. Vol. 8. Pp. 7840–7869.
- L.E. Øi, I.Y. Tirados. Heat pump efficiencies simulated in Aspen HYSYS and Aspen Plus. Proc. of the 56th Conference on Simulation and Modelling (SIMS 56). Linköping, Sweden. October 7–9, 2015
- 6. P.Ju. Zhurlova, D.Ju. Zabolotnyj, S.A. Garanov. Sravnenie parokompressionnogo tsikla teplovo-go nasosa na razlichnyh smesevyh hladagentah v programmnom pakete Aspen HYSYS i povyshenie ego jeffektivnosti [Comparison of a vapor compression cycle of a heat pump operating on different refrigerants mixtures using the Aspen HYSYS program package and cycle efficiency increase]. Holodil'naja tehnika [Refrigeration technology]. 2017. No. 1. Pp. 38–43. [In Russian]
- B. Hu, Y. Li, R.Z. Wang, F. Cao, Z. Xing. Real-time minimization of power consumption for airsource transcritical CO<sub>2</sub> heat pump water heater system. International Journal of Refrigeration. 2018. Vol. 85. Pp. 395–408.
- Sh. Kharaji. Heat Exchanger Design and Optimization. Web-source: intechopen.com. Access data: April 06, 2023.
- Shell-and-tube heat exchanger. COMSOL Multiphysics User's Guide. Web-source: comsol.com. Access data: April 06, 2023.
- D. Sánchez, R. Cabello, R. Llopis, E. Torrella. Development and validation of a finite element model for water-CO<sub>2</sub> coaxial gas-coolers. Applied Energy, 2012. Vol. 93. Pp. 637–647.
- 11. V.A. Suchilin, A.S. Kochetkov, N.N. Gubanov. Issledovanie jeffektivnosti gruntovogo gorizontal'-nogo teploobmennika bytovogo teplovogo nasosa s pomoshh'ju COMSOL Multiphysics [Investigation of the efficiency of the ground horizontal heat exchanger of a domestic heat pump using COMSOL Multiphysics]. Vestnik evrazijskoj nauki [The Eurasian Scientific Journal]. 2018. No. 2. Web-source: esj.today. Access data: April 06, 2023. [In Russian]
- 12. V.A. Suchilin, A.S. Kochetkov, N.N. Gubanov. Issledovanie vlijanija svojstv grunta na jeffektivnost teploobmennikov vertikal'nyh skvazhin dlja TNU v COMSOL Multiphysics [Study of the influence of soil properties on the efficiency of heat exchangers of vertical wells for heat pump systems in Comsol Multiphisics]. Zhurnal Santehnika, otoplenie, konditsionirovanie (SOK) [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]. 2018. No. 10. Pp. 60–64. [In Russian]



#### 24-26 ОКТЯБРЯ 2023

москва, мвц «крокус экспо»





8-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ПРОМЫШЛЕННОГО КОТЕЛЬНОГО, ТЕПЛООБМЕННОГО И ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ







ЗАБРОНИРУЙТЕ СТЕНД heatpower-expo.ru



**16** лет на рынке

150+

АРЕНДА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА





ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МОНТАЖ, СЕРВИС, ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ



## **ДОСТАВКА ГРУЗОВ**ПО ВСЕЙ РОССИИ





#### ПРОГРАММА ЛОЯЛЬНОСТИ ДЛЯ МОНТАЖНИКОВ

• Особые условия и скидки в личном кабинете

• Начисление бонусов с каждой покупки

• Оплата товаров бонусами

lunda.ru

