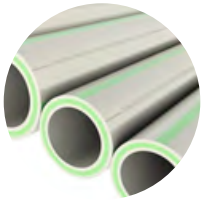
№07 (223) ИЮЛЬ 2020

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ОТРАСЛЕВОЙ ЖУРНАЛ

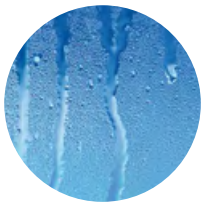
СОК

САНТЕХНИКА • ОТОПЛЕНИЕ • КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ • ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ • ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА


14 Маркировка напорных полимерных труб

26 Расчёт объёма гидробака

32 Стройка в условиях эпидемии


36 О параметрах влажного воздуха

SUPREMO 800

САМЫЙ ВЫСОКИЙ БИМЕТАЛЛ

Made in Russia

RIFAR

www.rifar.ru

Реклама.

25 ЮБИЛЕЙНАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

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

0+

aqua THERM MOSCOW

2–5 февраля 2021

Крокус Экспо, Москва

Забронируйте стенд

aquatherm-moscow.ru

Developed by

Reed Exhibitions® Messe Wien

Организаторы

Reed Exhibitions® Hyve

Специализированные разделы

WORLD OF WATER & SPA

AIRVent

ООО «РЕПКС»

новинка

Deluxe One

Новинка в семействе Deluxe, унифицированная база.
Надежность и легкость в эксплуатации.

Встроенная сенсорная панель управления,
с возможностью подключения умного Wi-Fi пульта

3-х ходовой смесительный клапан внутри котла
для более удобного подключения
к бойлерам косвенного нагрева.

navien

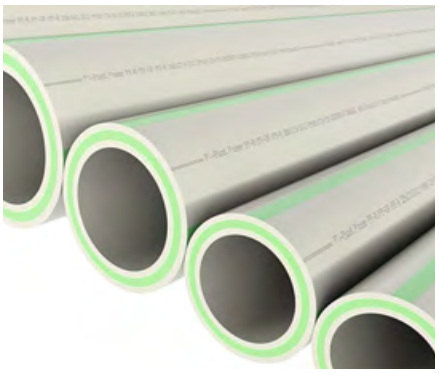
МАРКА №1 В РОССИИ

navien.ru

На правах рекламы

СОДЕРЖАНИЕ

07/2020



Проблемы маркировки напорных полимерных труб

Ассоциация производителей трубопроводных систем (АПТС) в рамках работы по борьбе с фальсифицированной, контрафактной продукцией, а также по выявлению и устранению фактов умышленного введения в заблуждение потребителей продукции, в июле 2020 года произвела закупку полимерных труб и латунных шаровых кранов...

14

Расчёт объёма гидроаккумулятора при подаче воды

Бак-гидроаккумулятор позволяет снизить количество пусков подающего насоса за счёт создания буферного объёма воды под давлением. Расчёт этого объёма должен проводиться согласно уравнению адиабатического газового процесса. При этом нужно корректно задавать условия работы гидроаккумулятора...

26

Навесные газовые воздухонагреватели

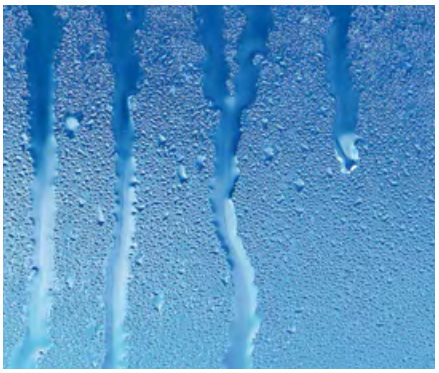
Навесные газовые воздухонагреватели — самый распространённый тип газовых обогревателей за рубежом. При наличии возможности их применения они обеспечивают наименьшие капитальные и эксплуатационные затраты, при этом не требуя специальных помещений для своего размещения, и не занимают место на полу в рабочей зоне.

34

Стройка при эпидемии: новые технологии ускорят процесс

Начало эпидемии COVID-19 в России совпало со временем монтажа на стройках тепловых пунктов, которые должны быть запущены к старту следующего отопительного сезона в сентябре-октябре. В условиях эпидемии и связанных с ней ограничений сделать это будет куда сложнее обычного, а значит сроки сдачи объектов находятся под угрозой...

32



Аналитический расчёт параметров состояния влажного воздуха

Рассмотрены условия процесса косвенного испарительного охлаждения притока в прямоточных СКВ в тёплый период года при использовании пластинчатого рекуператора в предложенной авторами схеме обработки притока. Также дано аналитическое описание изменения состояния воздуха в основных элементах приточно-вытяжной установки...

36

Плагин «Два Облака» для расчёта систем ОВиК

В современном проектировании BIM-технологии находят повсеместное применение. Для тех, кто проектирует раздел «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» в BIM, показано, как можно автоматизировать и улучшить рабочий процесс с помощью плагина «Два Облака», который выполняет автоматические расчёты и заносит соответствующие данные в BIM-модель.

10

Ежемесячный отраслевой журнал
№ 1888 в Перечне ВАК Министерства образования и науки РФ (от 21.11.2019)
Учредитель и издатель:
ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»
Директор:
Константин Михасев
Главный редактор:
Александр Гудко
Технический редактор:
Сергей Брух
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 им. Н. М. Эмануэля РАН
Сопредседатели:
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 им. Н. М. Эмануэля РАН
Секция «Сантехника»
В. А. Орлов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ»
Е. В. Алексеев, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ»
Ж. М. Говорова, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ»
Секция «Отопление и ГВС»
В. И. Шарапов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «УлГТУ»
А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ
М. В. Бодров, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО ННГАСУ
П. И. Дячек, д.т.н., проф., БНТУ
Секция «Кондиционирование и вентиляция»
М. В. Бодров*, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО ННГАСУ
Т. А. Дацюк, д.т.н., проф., СПбГАСУ
Г. М. Позин, д.т.н., проф., СПбГУТД
В. И. Прохоров, д.т.н., проф. кафедры «ТГиВ», НИУ МГСУ
Секция «Энергосбережение»
Э. Е. Сон*, акад. РАН, д.ф.-м.н., проф., МФТИ
В. Ф. Матюхин, д.т.н., проф., Центр МИРЭА
О. А. Сотникова, д.т.н., проф., ВГТУ
С. К. Шерьязов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО ЮУрГАУ
А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ
Секция «ВИЭ»
В. В. Елистратов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО СПбГПУ
Д. С. Стребков, акад. РАН, ВИЭСХ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ
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., НИУ «МЭИ»
А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ
В. Г. Николаев, д.т.н., директор НИЦ «Атмограф»
С. В. Грибков, к.т.н., с.н.с., ФГУП ЦАГИ, учёный секретарь Комитета ВИЭ РосСНИО, 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., эксперт РАН, ФБГУН ИХФ РАН
А. Н. Васильев, д.т.н., проф., ВИЭСХ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ
Секция «Тепловые двигатели»
А. А. Малозёмов*, д.т.н., проф., ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»
Т. Ю. Салова, д.т.н., проф., Военный институт ВУНЦ ВМФ
А. Е. Свистула, д.т.н., проф., АлтГТУ им. И. И. Ползунова
* Руководитель секции.
Адрес редакции:
143085, Московская обл., Одинцовский р-н, раб. пос. Заречье, ул. Тихая, д. 13, корп. 2
Тел/факс: +7 (499) 967-77-00
E-mail: *media@mediatechnology.ru*
Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС77-56668.
Перепечатка фотоматериалов и статей допускается лишь с письменного разрешения редакции и 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», Россия.
Тираж 15 000 экз., цена свободная.
С.О.К.® — зарегистрированный торговый знак.
ISSN 1682-3524

223-й номер
07/2020

Новости 4

Конференции

Плагин «Два Облака» для расчёта систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха 10

Сантехника и водоснабжение

Проблемы маркировки напорных полимерных труб 14

Надёжные решения Danfoss для эффективного пожаротушения тонкораспыленной водой 18

Как увеличить расход на смыв европейских компакт-унитазов за счёт изменения конструкции спускной арматуры 22

Расчёт объёма бака-гидроаккумулятора при подаче воды в сеть водоснабжения 26

Отопление и ГВС

Эффективность и качество под маркой «Сделано в России» 30

Стройка в условиях эпидемии: новые технологии помогут наверстать упущенное время 32

Навесные газовые воздухонагреватели 34

Кондиционирование и вентиляция

Аналитический расчёт параметров состояния влажного воздуха в специальной схеме обработки притока 36

Особенности процедуры подтверждения соответствия при импорте кондиционеров 40

Энергосбережение и ВИЭ

Фотоэнергетика в России 46

Низкотемпературная электрогенерация 55

References 60

Одной строкой

- Ростовская область вышла на первое место среди регионов России по установленной мощности ветрогенерации. До 2022 года тремя ведущими компаниями-лидерами в этой сфере — «УК «Ветроэнергетика», «Энел Рус Винд Азов» и «НоваВинд» — запланировано строительство восьми ветропарков суммарной мощностью более 700 МВт.
- Минэнерго подготовило план развития в России водородной энергетики. По сообщению РБК, «Газпром» и «Росатом» начнут производить «чистый» водород в 2024 году. Из-за мирового тренда на отказ от нефти и газа он должен частично заменить углеводороды.
- Американская компания Apple намерена в течение десяти лет свести к нулю выбросы углекислого газа по всей цепочке производства её техники. Соответствующее заявление опубликовано на сайте компании.
- Gree достигли нового максимума онлайн-продаж — 10,27 млрд юаней (около $1,45 млрд). Рекорд, установленный в начале июня, — 6,54 млрд юаней (около $0,93 млрд).
- Как только Messe Frankfurt отпразднует свой 780-летний юбилей, она сразу же вернётся к работе после глобальной самоизоляции (локдауна), которая длилась несколько месяцев. Выставочная деятельность начнётся с выставки одежды Intertextile Shenzhen Fabrics 15 июля 2020 года в Китае.
- Viessmann приглашает своих сотрудников, монтажников и торговых партнёров, а также их близких и друзей вести активный образ жизни и заниматься спортом. Например, в период с 18 июля по 2 августа можно было отслеживать «спортивные» километры и регистрировать их в рамках глобальной кампании ViMove for Climate.
- Совокупная установленная мощность офшорных ветроэнергетических проектов Бельгии достигла 1775 МВт. С момента ввода в эксплуатацию ветропарка Northwester 2 в мае 2020 года страна вышла на четвёртый показатель в мире по мощности, опередив Данию и Нидерланды.
- Завод по производству солнечных ячеек и модулей ГК «Хевел» в Новочебоксарске с июля полностью перейдёт на электроэнергию, произведённую возобновляемыми источниками энергии. Такое решение было принято менеджментом компании в рамках реализации программы по устойчивому развитию бизнеса.

WOLF

Новинка – одноконтурная версия котла CGG-3

Модель отопительного котла Wolf CGG-3 (K) — единственный традиционный котёл на территории РФ, который производится в Германии. Но это не основное его преимущество. В этом году WOLF объявил о запуске одноконтурного котла модели CGG-3, которой пополнил модельный ряд и закрыл запрос рынка на мощности и возможности подключения. С выходом одноконтурной версии котла CGG-3 расширяются возможности подготовки ГВС: котёл с бойлером, котёл с бойлером и солнечным коллектором, котёл с проточным нагревом и котёл с бойлером послойного нагрева. Специально разработанный интерфейс A2 позволяет адаптировать агрегат к любой системе отопления, а штатное погодозависимое управление ещё больше повышает её эффективность.

Из основных технических особенностей новый продукт сохранил все преимущества двухконтурного предшественника: экологичная горелка полного предварительного смешения снижает выбросы NO_X до пятого класса, водяное охлаждение горелки и вентилятор с регулируемой частотой вращения повышают КПД котла в наиболее используемом режиме, а сочетание всех этих особенностей расширяет диапазон модуляции от 30 до 100%. Возможность удалённого управления со смартфона для котлов Wolf — уже обязательная опция.

WOLF остался верным концепции обслуживания котлов с лицевой стороны, что значительно сокращает время сервисного обслуживания. Благодаря двойному корпусу, шумоизоляции и вентилятору с регулируемой частотой вращения стенки котла останутся холодными, а работу котла не будет слышно, даже при работе на максимальной мощности. Котёл уже в продаже. Спрашивайте у официальных дистрибьюторов WOLF.

Daikin

Тепловой насос Altherma Daikin для нагрева воды ГВС

Компания Daikin впервые предложила тепловой насос Altherma M HW — нагреватель воды в виде моноблока. Он включает тепловой насос и бак для горячей воды объёмом 200 или 260 л. С его помощью эффективно решается вопрос горячего водоснабжения. Уникальность устройства в том, что оно размещается внутри объекта.

Тепло для нагрева воды в общем случае извлекается из наружного воздуха, подаваемого к моноблоку через воздуховоды, и таким же образом удаляется из помещения. Возможен также вариант без приточного воздуховода, тогда возможна работа при любой температуре наружного воздуха.

Моноблок обеспечивает подогрев горячей воды до 55 °C. Это один из самых тихих агрегатов на рынке — звуковое давление всего 36 дБ(А) на расстоянии 2 м. Полная тепловая мощность 3,4 кВт (при задействовании встроенного электронагревателя). В режиме теплового насоса блок обладает широким рабочим температурным диапазоном –7...+38 °C, с дополнительным электронагревателем возможно использование при более низких температурах. Класс сезонной эффективности A+. Все компоненты моноблока встроены и готовы к работе. Благодаря компактным размерам устройство легко проходит через дверной проём. Конструкция устройства допускает возможность подключения солнечных коллекторов.

Grundfos

Пандемия вызвала новые тренды в сфере насосного оборудования

Компания «Грундфос» выделила основные тренды на насосном рынке. Среди них — повышение интереса к энергоэффективным решениям, совершенствование интеллектуальных возможностей насосов, а также рост спроса на продукты для водоподготовки и обеззараживания стоков.

Пандемия и принятые в связи с ней меры повлияли на рынок насосного оборудования. Так, отток населения за город и повышение спроса на загородное жильё вызвали рост интереса к энергоэффективным решениям. По словам директора Департамента продаж по Центральному региону компании «Грундфос» Романа Цикозы, городская привычка к бытовому комфорту переносится и на требования к частному дому. Он считает, что насосы — ключевое звено инженерной системы загородного жилища и в то же время одни из основных потребителей электроэнергии. Топ-менеджер добавляет, что, понимая это, покупатели всё чаще интересуются оборудованием со встроенным преобразователем частоты как способом сэкономить и добиться высокого уровня комфорта.

Ещё одной тенденцией становится развитие интеллектуальных возможностей насосов. Роман Цикоза констатирует, что блоки управления насосов включают функции, которые позволяют отказаться от внешней автоматики и уже сейчас можно управлять устройством через приложение в смартфоне, осуществлять дистанционный контроль рабочих режимов. По его словам, насосы становятся всё более дружелюбными к непрофессиональным пользователям.

Трендом последних месяцев, вызванным пандемией, является повышенное внимание к продуктам для водоподготовки и обеззараживания стоков. Представитель компании поясняет, что наряду с наиболее распространёнными решениями для очистки, работающими на основе метода хлорирования, всё больший интерес вызывают продукты, в которых в качестве реагента для обеззараживания используется гипохлорит натрия.

Hisense

Mini-VRF серии H от Hisense

Мультизональные системы кондиционирования — это не только офисы, торговые центры и объекты коммерческой недвижимости. Это ещё и кондиционирование объектов частного жилого фонда, например, коттеджей, то есть система децентрализованного мультизонального кондиционирования. С такими задачами призваны справляться mini-VRF-системы — наружные блоки с горизонтальным потоком воздуха (Front Flow Units, FFU).

В 2020 году компания Hisense представила на российском рынке серию mini-VRF-систем серии H. Это улучшенная линейка наружных блоков, которая объединила в себе серии прошлого поколения L и C. Mini-VRF-системы серии H от Hisense — компактное, энергоэффективное и современное решение для систем мультизонального кондиционирования.

Преимущества mini-VRF-системы Hisense серии H: полностью инверторные технологии; компрессоры Hitachi; компактные габариты, лёгкий монтаж; высокая энергоэффективность; широкая линейка наружных блоков 8–33,5 кВт; до 19 подключаемых внутренних блоков. Ключевыми особенностями данной серии является наличие в ассортименте блока производительностью 8 кВт с одним вентилятором, что позволяет размещать её на общих балконах или в специально отведённых местах жилого дома, а благодаря протяжённой трассе такое решение может стать единственно возможным, так как ни мультисистемы, ни сплит-системы не способны обеспечить такую длину трассы.

«ВЕЗА»

Компания «ВЕЗА»: итоги 25 лет развития

В июне 2020 года ООО «ВЕЗА» подвела итоги 25-летнего развития компании. Многолетний производственный опыт позволяет «ВЕЗА» быть самой успешной на рынке вентиляционного и климатического оборудования.

Оборот компании за 2019 год составил 10 271 159 372 руб. без учёта спецпроектов «Атом» и «Нефтяные платформы». Выпуск клапанов в 2019 году превысил 200 тыс. штук, вентиляторов — 40 тыс. штук. По данным «Литвинчук Маркетинг», с 2003 года «ВЕЗА» занимает первое место на рынке центральных кондиционеров в России.

С начала 2020 года «ВЕЗА» проводит структуризацию своих представительств, были упразднены дилерские и посреднические предприятия. Это позволит снизить стоимость продукции для конечных заказчиков. Особое внимание в компании уделяется наращиванию объёмов выпускаемой продукции. Открыты новые производственные площадки в городе Карачев Брянской области, в городе Ессентуки Ставропольского края, в городе Брест Республики Беларусь, в городе Фрязино Московской области, общее количество собственных заводов «ВЕЗА» в России и СНГ достигло десяти. В ближайших планах расширение производственных площадей завода «ВЕЗА-Гомель» и строительство логистического центра в городе Электроугли Московской области.

ВИЭ

Энергетическая стратегия России до 2035 года

Распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 года № 1523-р утверждена Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года. Приказом Минэнерго России от 16 августа 2019 года № 863 сформирована рабочая группа по актуализации проекта Энергетической стратегии, в которую входят сотрудники ФГБУ «РЭА» Минэнерго России. В соответствии с п. 4 № 1523-р Минэнерго России совместно с сотрудниками ФГБУ «РЭА» Минэнерго России предстоит в шестимесячный срок разработать проект плана мероприятий по реализации Энергетической стратегии.

ВИЭ

«Зелёная» энергетика в Европе впервые выигрывает у ископаемого топлива

По данным экологической группы Ember в Лондоне, около 40% электроэнергии в первом полугодии в 27 странах Евросоюза было произведено из возобновляемых источников, по сравнению с 34% от установок, работающих на ископаемом топливе. В результате выбросы углекислого газа в энергетическом секторе сократились на 23%. Спрос на электроэнергию резко упал, генерация ветряных и солнечных электростанций возросла, потому что в свежую и солнечную погоду появилось больше растений. В то же время влажные условия увеличили гидроэнергетику на Иберийском полуострове и на скандинавских рынках. Спрос на электроэнергию в ЕС в целом снизился на 7%. Производство электроэнергии на ископаемом топливе сократилось на 18% в первом полугодии по сравнению с годом ранее. По данным Ember, возобновляемая генерация выросла на 11%.

ВИЭ

Германия отказывается от угля

Бундестаг одобрил законопроект правительства страны по выходу из угольной энергетики не позднее, чем к 2038 году. Данные приводятся на сайте парламента ФРГ. «За» проголосовали 314 депутатов, против выступили 237. Парламентарии также поддержали законопроект по пакету мер финансовой помощи для регионов, в которых закрываются угледобывающие предприятия. Объём выплат составит €40 млрд к 2038 году. Средства пойдут на переориентацию экономики в таких землях, как Бранденбург, Саксония, Саксония-Анхальт, Северный Рейн — Вестфалия. Операторы угольных электростанций получат компенсацию за преждевременное закрытие предприятий.

ВИЭ

На Ставрополье построят ВЭС в 60 МВт

Ветроэнергетический дивизион «Росатома» «Новавинд» создаст новый ветропарк на Ставрополье, 24 ветроэнергетические установки в Новоалександровском городском округе позволят вырабатывать 60 МВт электроэнергии, сообщили журналистам во вторник в пресс-службе губернатора края. В Новоалександровском городском округе начинается создание нового ветропарка — Кармалиновской ВЭС. Это уже второй ветропарк, который в партнёрстве с «Росатомом» создаётся в крае. Общая мощность Кармалиновской ВЭС составит 60 МВт, здесь будут размещены 24 ветроэнергетические установки по 2,5 МВт каждая. Строительство первой ветростанции на Ставрополье началось осенью 2019 года в Кочубеевском районе.

Источник: ТАСС.

Kelvion

Новые оребрённые трубные пучки Kelvion ComFinSafety: компактность и безопасность

Объединив две передовые технологии — двойные трубки и систему компактного оребрения, эксперты компании получили теплообменный аппарат новой конструкции — ComFinSafety. Данная конструкция, разработанная инженерами Kelvion, работающими с разными типами теплообменного оборудования, обеспечивает значительные преимущества для применений, требующих высокого уровня безопасности в сочетании с компактной конструкцией и, что особенно важно, там, где свойства сред значительно отличаются. Например, для охлаждения масла водой.

Компактное оребрение изготавливается из алюминия или меди. Шаг между рёбрами может быть различным. Трубные пучки имеют диаметр от 100 до 600 мм и длину от 250 до 3600 мм. Теплообменники рассчитаны работу при давлении до 60 бар и температуре от –10 до 200 °C. В качестве теплоносителя можно использовать пресную или морскую воду, масло, хладагенты или воздух. Аппараты ComFinSafety могут использоваться для различных применений, включая энергетику, судостроение, транспорт, тяжёлую промышленность или системы ОВиК.

Преимущества ComFinSafety: максимальная энергоэффективность: низкая потеря давления по стороне кожуха; незначительная занимаемая площадь; эффективная производительность благодаря увеличенной посредством рёбер поверхности; безопасная и экономичная работа; безопасное разделение сред; упрощение технологических процессов на предприятии процессов; повышение эффективности технологический процессов.

«Даичи»

Новая модель инверторного кондиционера

Компания «Даичи», эксклюзивный дистрибьютор климатического оборудования Kentatsu на территории России, представляет новый инверторный высоконапорный канальный кондиционер KSTU280HZAN1 /

KSUR280HZAN3. Кондиционер обладает высокой производительностью: 28 кВт в режиме охлаждения и 31,5 кВт при обогреве. Показатель энергоэффективности EER выше, чем у аналогичной модели постоянной производительности (3,11 против 2,93).

Высоконапорные канальные блоки идеально подходят для кондиционирования больших помещений, таких как склады, торговые залы, супермаркеты, залы ожидания аэропортов. Кондиционер устанавливается за подшивным или подвесным потолком без значительной потери высоты помещения. Статический напор воздушного потока кондиционера составляет 150 Па, что позволяет осуществлять подачу воздуха по разветвлённой и длинной системе воздуховодов. Корпус наружного блока имеет защитное антикоррозионное покрытие, теплообменники внутреннего и наружного блока — дополнительное гидрофильное покрытие, что увеличивает срок службы кондиционера. Максимальное расстояние и перепад высот между блоками — до 50 и до 30 м. Нижний предел рабочих температур наружного воздуха составляет –15 °C в режиме охлаждения и обогрева.

Модель оснащена функциями самодиагностики, автоматической защиты и перезапуска. Кондиционер поставляется в комплекте с проводным пультом управления KWC-41.

KSB

Новый консультационный центр по аддитивному производству

На заводе KSB в городе Пегнице (Германия) создан новый консультационный и испытательный центр по производству комплектующих и запасных частей с помощью аддитивных технологий. Опираясь на более чем десятилетний собственный опыт в области аддитивного производства, KSB хочет помочь другим компаниям создать собственное производство. Объём предлагаемых услуг KSB в этой области варьируется от консультаций по выбору правильного оборудования до развития навыков проектирования и производственного опыта, а также тестирования материалов и компонентов.

Концерн KSB стал первым в мире производителем, получившим сертификат TÜV для аддитивного производства компонентов в соответствии с Европейской директивой по оборудованию под давлением. Поскольку компания располагает 3D-принтерами для изготовления металлических деталей, помимо производства запасных частей для собственного насосного оборудования и арматуры может на контрактной основе предложить про-

изводство металлических компонентов для других отраслей.

На заводе KSB в Пегнице специалисты компании разрабатывают и исследуют металлические материалы уже более ста лет, уделяя особое внимание разработкам коррозионно- и абразивостойких сплавов для применения в технологических процессах. К настоящему моменту разработано более 300 сплавов из чугуна, нелегированных сталей, бронзы, нержавеющих и дуплексных сталей. Эти сплавы используются во многих сложнейших технологических процессах по всему миру.

Многолетнее изучение технологий литейного производства привело к выводу, что из-за относительно малого размера требуемых партий для таких применений для компании KSB аддитивное производство — идеальная технология, которая позволяет быстро разработать и внедрить новые технологические и конструкторские решения.

ВИЭ

Кирпичи-аккумуляторы

Группа учёных из Вашингтонского университета в Сент-Луисе научилась использовать кирпичи как аккумуляторы для хранения электроэнергии. Это стало возможно благодаря покрытию из электроактивного (проводящего) полимера под названием PEDOT.

Этот материал состоит из нановолокон, которые прокладывают себе путь внутрь пористой структуры кирпичей, в конечном итоге превращая всё это в «ионную губку», которая проводит и хранит энергию. Для этого необходимы именно красные кирпичи, так как содержащийся в них оксид железа нужен для того, чтобы реакция полимеризации заработала.

В частности, эти блоки становятся суперконденсаторами, которые могут накапливать большее количество энергии, а также заряжаться и разряжаться быстрее, чем обычные батареи. Их можно сложить вместе, чтобы изменять размер накопителя в зависимости от потребностей. После укладки вся стена покрывается слоем эпоксидной смолы, чтобы внутрь попадало только электричество, а не грязь, пыль и вода.

Современные суперконденсаторы заряжаются намного быстрее аккумуляторов, но и разряжаются намного быстрее и могут сохранять лишь небольшую долю энергии, тем не менее учёные из разных стран работают над увеличением их энергоёмкости.

По мнению авторов исследования, в будущем из кирпичей, работающих по такому принципу, могут быть построены целые дома, которые станут суперконденсаторами для хранения электроэнергии.

TROX

Первый отчет об устойчивом развитии

Впервые в своей истории группа TROX опубликовала отчёт об устойчивом развитии для всех компаний, входящих в её состав. Стремление играть ведущую роль в области экологической устойчивости станет важной частью новой программы развития компании X-FIT+. Основываясь на 17-ти целях в области устойчивого развития (ЦУР) ООН, которые являются основой для достижения лучшего будущего для всех, TROX определила шесть стратегических областей: продукция, производство, транспортное сообщение и грузоперевозки, инфраструктура, социальные вопросы и общественная деятельность. Все эти цели являются частью программы X-FIT+. Одним из планов компании является сведение к нулю выбросов углеродов к 2040 году.

ВИЭ

Предложено увеличивать размеры ветрогенераторов

Согласно данным исследования американской национальной лаборатории Berkeley Lab, ветроэнергетические установки (ВЭУ) с большим диаметром ротора и более высокими башнями могут обеспечить ряд штатов электроэнергией по ещё более (на 10–15%) низкой нормированной стоимости (LCOE), чем в настоящее время. Исследования, проведённые в Калифорнии, показали, что установка крупнейших на данный момент наземных моделей ВЭУ принесёт «двойную выгоду» в первую очередь тем регионам, где появление большого количества ветроэлектростанций (ВЭС) уже «начало создавать проблемы» для сети, повысило рыночную стоимость электроэнергии на оптовом рынке и принесло ряд выгод в сфере электропередачи. Все эти факторы в совокупности положительным образом сказались на LCOE, снизившейся на 10–15%.

Grundfos

Расширение линейки цифровых дозировочных установок

На российском предприятии Grundfos началось производство дозировочных установок DSS K на базе цифровых дозировочных насосов Smart Digital. Новую серию оборудования отличают компактные размеры, а также простота монтажа и эксплуатации. Добиться этого удалось благодаря оптимизации гидравлических схем и состава компонентной базы.

Конструкция дозировочных установок DSS K отличается вариативностью исполнения, которая позволяет использовать четыре различные схемы дозирования и включает от одного до трёх цифровых насосов DDA, DDE или DDC, в том числе с возможностью резервирования. Как и вся линейка DSS, компактные установки имеют промывную линию и линию аварийного сброса дозируемой жидкости. Кроме того, решение позволяет включать по требованию заказчика ряд дополнительных опций: резервуар для реагентов; электрическую или ручную мешалку; жёсткую всасывающую линию; инжекционный клапан; индикаторный цилиндр для калибровки насосов.

Установки DSS K способны дозировать реагенты в объёме до 200 л/ч при рабочем давлении до 10 бар и температуре от 0 до +45 °C. Они рассчитаны на использование в составе

систем водоподготовки и дезинфекции, а также в других областях применения, включая обработку питьевой воды и канализационных стоков, промышленную водоподготовку, химическую индустрию, пищевые производства и т.п.

Комплектные дозировочные установки DSS Grundfos выпускает с 2014 года. Сегодня это оборудование используется в различных отраслях производства, в том числе в городских системах водоподготовки и водоочистки и на промышленных предприятиях. Своей популярностью оно обязано надёжности и высокой точности дозирования мембранных цифровых насосов Smart Digital (до 1:3000), а также их способности работать с широким спектром агрессивных реагентов.

«Тион» и «СитиЭйр»

«Тион» и «СитиЭйр» разработали платформу MagicAir.PRO

«Тион» и «СитиЭйр» разработали платформу MagicAir.PRO для увеличения продуктивности сотрудников и внедрили её в смарт-офисах SOK City в международном деловом центре «Москва-Сити». Платформа MagicAir.PRO позволяет в режиме реального времени измерять параметры воздушной среды в помещении и управлять ими в автоматическом режиме. Информация о качестве воздуха становится доступной для сотрудников.

Система MagicAir.PRO — это платформа, включающая в себя комплекс инженерных и IT-решений по созданию комфортного, здорового и безопасного микроклимата в офисных и других бизнес-помещениях. Микроклимат — один из ключевых факторов, который влияет на самочувствие, здоровье и продуктивность сотрудников. По данным исследования Института устойчивого развития при Оксфордском университете, при комфортных параметрах воздушной среды задачи решаются на 12% качественнее и до 60% быстрее.

MagicAir.PRO уже внедрена в смарт-офисах SOK City — открывшемся в июне в башне «Федерация» первом в России и СНГ «зелёном» коворкинге, сертифицированном по LEED Standart.

По мнению управляющего партнёра сети смарт-офисов SOK City Ирека Аллаярова, сертификация LEED позволяет системно подойти к вопросу организации офисного пространства, помогая одновременно оптимизировать расходы, снизить влияние на окружающую среду и при этом благотворно влиять на здоровье резидентов. По словам Аллаярова, команда непрерывно ищет новые технологические решения, тестирует и внедряет самые передовые инженерные решения в мире.

Dantex

Новое поколение настенных блоков VRF-систем Dantex

Компания Dantex представила новое, шестое, поколение настенных блоков VRF-системы — DM-DP022-090G/YMF, в которых реализованы самые последние технологические разработки для систем кондиционирования.

Рабочие параметры оборудования можно настраивать с помощью опционального проводного пульта ДУ, в котором реализована функция группового управления внутренними блоками от двух до 16 штук. Для моделей предыдущего поколения необходимо было использовать адаптер группового управления MD-KJR10A. Новые настенные блоки Dantex оснащены двигателями вентилятора переменного тока с семью ступенями контроля. Благодаря этому пользователь может настраивать максимально комфортную скорость потока охлаждённого воздуха.

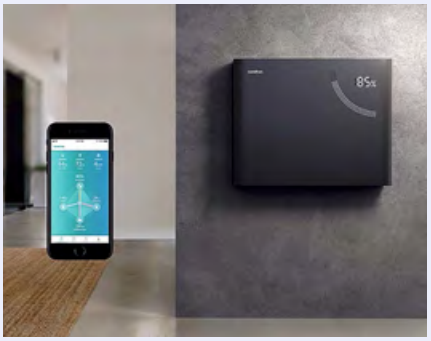
Как и предыдущее поколение, новые блоки представлены восемью типоразмерами производительностью от 2,2 до 9,0 кВт. Отличаются современным дизайном с индикацией температуры на фронтальной панели и компактными размерами.

В зависимости от места монтажа и дизайна помещения трубопровод хладагента может подключаться слева, справа или сзади.

Особенности блоков Dantex DM-DP022-090G/YMF: точность поддержания заданной температуры в пределах 0,5 °С; семь ступеней работы вентилятора для максимального комфорта; высокоточный датчик температуры; новая плата управления, поддерживающая проводные пульты и устройства центрального управления нового поколения; возможность группового управления от двух до 16 внутренних блоков с одного проводного пульта; новый инфракрасный пульт управления.

Siemens

Уход с рынка домашних накопителей энергии



В 2019 году промышленный гигант Siemens вышел на рынок домашних систем накопления энергии (СНЭ) с продуктом Junelight Smart Battery. Однако, по данным немецкого PV Magazine, сегодня немецкий концерн заканчивает свой опыт.

Siemens прекратит продавать домашний накопитель в текущем квартале, поскольку потребительская активность в настоящее время снижена. По словам представителя компании, причина в том, что рынок развивался не так привлекательно, как они себе представляли. Новый продукт не достиг требуемых целей продаж и рентабельности.

Накопитель Junelight Smart Battery продавался в ФРГ, Австрии и Швейцарии. Все гарантийные обязательства будут выполняться.

Решение Siemens касается только домашних СНЭ, компания продолжает активность в промышленном сегменте хранения энергии. Отметим, что в Германии, как и в Европе в целом, рынок домашних систем накопления энергии растёт высокими темпами. В то же время несколько ведущих игроков занимают прочные позиции, и подвинуть их, даже таким авторитетным новичкам, как Siemens, не всегда удаётся. Siemens повторил судьбу другого гиганта, Mercedes-Benz, который тоже проработал на домашнем рынке хранения энергии порядка одного года. Казалось бы, всё имелось в наличии: бренд, ресурсы, технологии, растущий рынок. Однако конкуренция высока, и обеспечить хорошую доходность получается не у всех. Пока в данном сегменте выигрывает нефтегазовый концерн Shell, который не выращивал у себя новое (непрофильное) бизнес-направление, а сразу купил лидера рынка — компанию Sonnen.

Экология

Минэнерго предложил поглощать парниковые газы от эмитентов других стран

В контексте создания углеродного рынка в РФ заместитель директора департамента развития электроэнергетики Минэнерго России Пётр Бобылев предложил рассматривать Россию в качестве поставщика услуг по поглощению парниковых газов, выделяемых другими странами. Состоялось совместное заседание комитета ТПП по природопользованию и экологии и совета по экологии Ассамблеи народов Евразии на тему «Национальное законодательство регулирования эмиссии парниковых газов и создания углеродного рынка. Состояние, проблемы и перспективы». В дискуссии приняли участие представители Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию, Минэкономразвития России, Минприроды России и других министерств и ведомств, а также отраслевого и экспертного сообществ.

ВИЭ

СЭС с накопителями производят супер-дешёвое электричество

В Израиле подведены итоги первого в своём роде конкурсного отбора для «гибридных» объектов — солнечных электростанций, оснащённых системами накопления энергии (СНЭ). Победителями стали три местные компании Enlight Energy, Doral Group и Ellomay Capital, которые построят 168 МВт солнечных мощностей. Они получат право поставлять солнечную электроэнергию в течение 23 лет по гарантированному тарифу, который, по результатам, торгов составил 0,199 шекелей или примерно 5,8 центов США за 1 кВт·ч. Это на 25 % меньше, чем генерирующая составляющая тарифа на электроэнергию, которая вырабатывается на основе угля и газа, сообщает Haaretz.

Источник: Renen.

Плагин «Два Облака» для расчёта систем ОВиК*

Плагин «Два Облака» позволяет рассчитывать системы общеобменной, противодымной вентиляции по методике ВНИИПО МЧС, а также теплопотери здания и производить гидравлический расчёт с настройкой регулирующей арматуры систем отопления, систем кондиционирования «чиллер-фанкойл». Плагин также позволяет рассчитывать VRF-системы кондиционирования и системы холодоснабжения.

Автор: Никита ЯШУКИН,
BIM-manager MEP ООО «Два Облака»

Видеозапись и описание конференции

Для каждого раздела доступен подбор и выгрузка в проект Revit семейств соответствующего оборудования, такого как центральные кондиционеры, вентиляторы, воздухораспределительные устройства, дроссель-клапаны и противопожарные клапаны различных типов, отопительные приборы и трубопроводная арматура, фанкойлы и чиллеры, внутренние и наружные блоки VRF-систем, рефнеты, испарители, конденсаторы, воздухоохладители, сухие градирни и многие другие устройства.

Расчёт теплопотерь

При расчёте теплопотерь на основании BIM-модели здания проходит сбор и передача в плагин «Два Облака» информации, касающейся конструктива здания, теплофизических свойств используемых материалов и внутренней температуры по помещениям, которую также можно задать самостоятельно. Выполнение расчёта возможно и со связанными файлами моделей.

В ходе выполнения расчёта становятся доступными три таблицы:

1. Данные для расчёта тепловой нагрузки, где показаны все ограждающие конструкции, номер элемента из модели Revit, название семейства, площадь, ориентация поверхности в проекте и относительно сторон света, номер зоны поверхности пола (в случае, если она расположена на грунте, рис. 1). Также после расчёта в эту таблицу записываются значения теплопотерь для каждого элемента, включающие трансмиссионные и инфильтрационные тепловые нагрузки.

2. Пространства для расчёта тепловой нагрузки, где указаны номер пространства, его площадь, объём, внутренняя температура воздуха в помещении, значение инфильтрации, трансмиссионные потери и общая тепловая нагрузка для каждого пространства.

3. Элементы для расчёта тепловой нагрузки, где указаны все конструкции, используемые в проекте. Для них задаются: суммарный коэффициент теплопередачи k, коэффициент соприкосновения ограждающей конструкции с наружным воздухом n, сопротивление воздухопроницаемости окон и дверей.

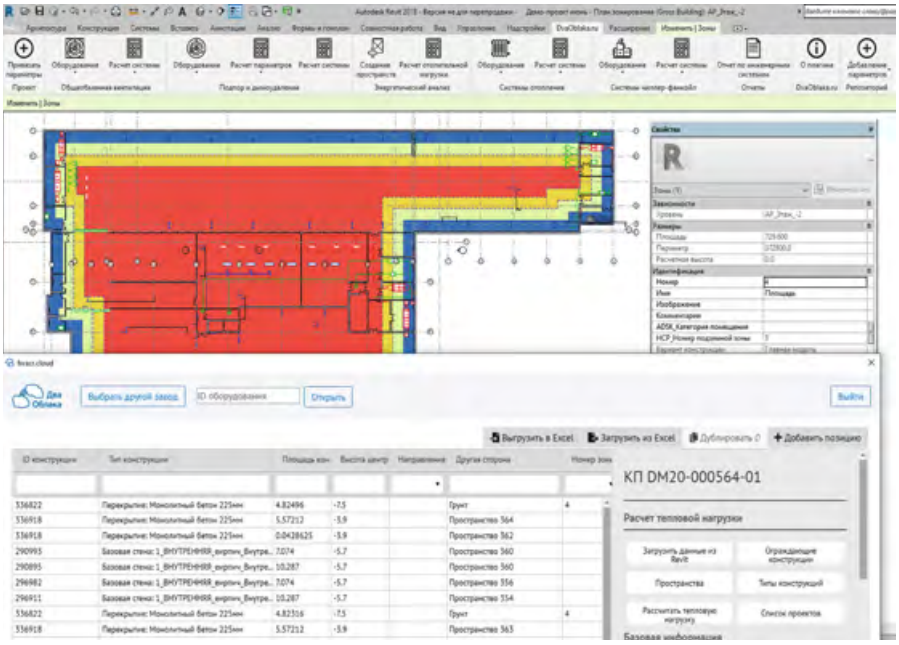


Рис. 1. Расположение поверхности пола на грунте

* Подготовлено на основе материалов онлайн-конференции «Нюансы BIM- и BEM-проектирования в контексте новых вызовов времени и нестандартных задач».

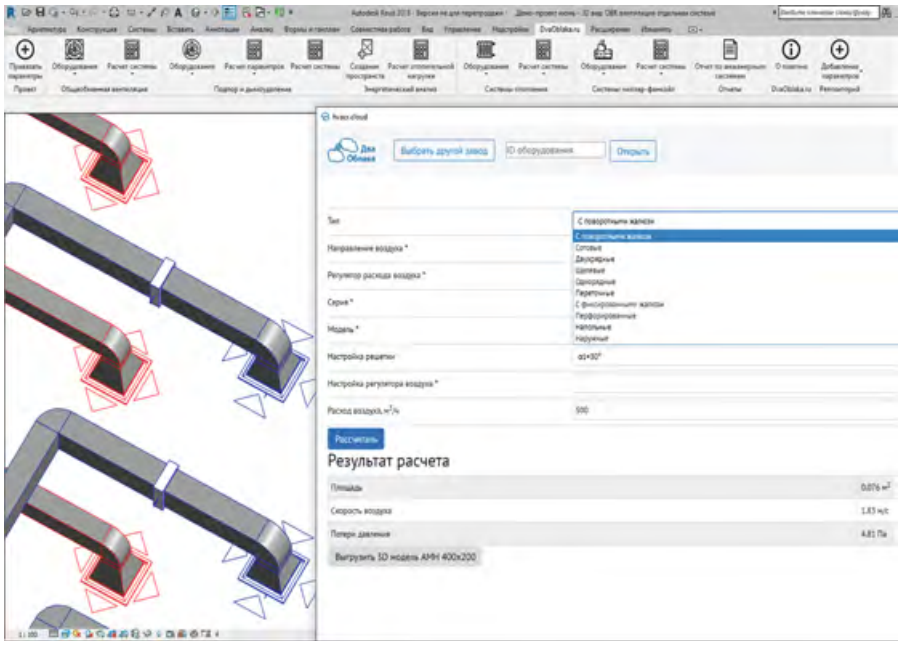


Рис. 2. Расчёт и выбор типа и серии ВРУ

Для удобства работы с таблицами доступна их выгрузка в Excel и возможность обратной загрузки в плагин. Данные таблицы также отлично подойдут для использования в пояснительной записке проекта. По итогам расчёта значения тепловой нагрузки записываются соответственно в каждое пространство в проекте Revit.

Расчёт общеобменных систем вентиляции

Приступая к расчёту общеобменных систем вентиляции, необходимо рассчитать и расположить в модели требуемые воздухораспределительные устройства (ВРУ). Плагин «Два Облака» позволяет выбрать тип и нужную серию ВРУ и осуществить настройку направляющих воздушного потока (рис. 2). В случае ВРУ со встроенным дроссель-клапаном по итогам расчёта выставляется требуемый угол поворота заслонки. По завершении выбора загружаем семейство в проект Revit, при этом в семейство записываются все технические параметры.

Плагин позволяет выполнить расчёт системы с подбором сечений воздуховодов под заданные ограничения, а также рассчитать участки с фиксированным сечением воздуховода. Приточная и вытяжная часть рассчитываются отдельно. Для расчётов используются два варианта: «Размеры и сопротивления» и «Размеры, сопротивления и балансировка».

«Размеры и сопротивления» — в этом варианте производится подбор сечений воздуховодов и расчёт потерь давления по системе. «Размеры, сопротивления и балансировка» — в этом варианте, помимо подбора сечений воздуховодов и расчёта потерь давления по системе, выставляется угол поворота заслонки дроссель-клапанам.

Перед началом расчёта в обоих вариантах возможно задать следующие ограничения: максимальные линейные потери, скорость и желаемую геометрию воздуховодов. По итогам расчёта выводится отчёт по рассчитанной системе и обновлённая модель системы. При её выгрузке в Revit модель системы визуально обновляется, а значения расчётных параметров записываются в объекты: воздуховоды, фасонные части, клапаны и ВРУ. На клапанах также прописывается расчётный угол поворота заслонки.

Плагин «Два Облака» позволяет выбрать тип и нужную серию воздухораспределительного устройства и осуществить настройку направляющих воздушного потока. В случае воздухораспределительного устройства с встроенным дроссель-клапаном по итогам расчёта выставляется требуемый угол поворота заслонки

Расчёт противодымных систем вентиляции

Расчёт противодымной вентиляции происходит в два этапа. Сначала определяем расчётные параметры, такие как расход и температура продуктов горения, расход приточного воздуха для системы компенсации и другие. Для этого в расчётном модуле плагина необходимо задать исходные данные и выбрать требуемый тип расчёта в соответствие с методикой ВНИИПО МЧС. По итогам выводится отчёт с исходными данными и расчётными формулами с подстановкой значений, который возможно использовать для оформления пояснительной записки. Результаты расчёта записываются в параметры элементов противопожарных систем в Revit.

Вторым этапом выполняется аэродинамический расчёт системы. В зависимости от типа системы выбирается метод расчёта на «Один открытый клапан» либо на «Все клапаны открыты» (рис. 3). Выводится наглядный отчёт. По итогам выгрузки в Revit расчётной модели меняются сечения воздуховодов, подбираются типоразмеры противопожарных клапанов и записываются расчётные параметры в свойства объектов системы.

Также определяется требуемый напор и объёмный расход воздуха, которые необходимы для подбора вентиляционного оборудования.

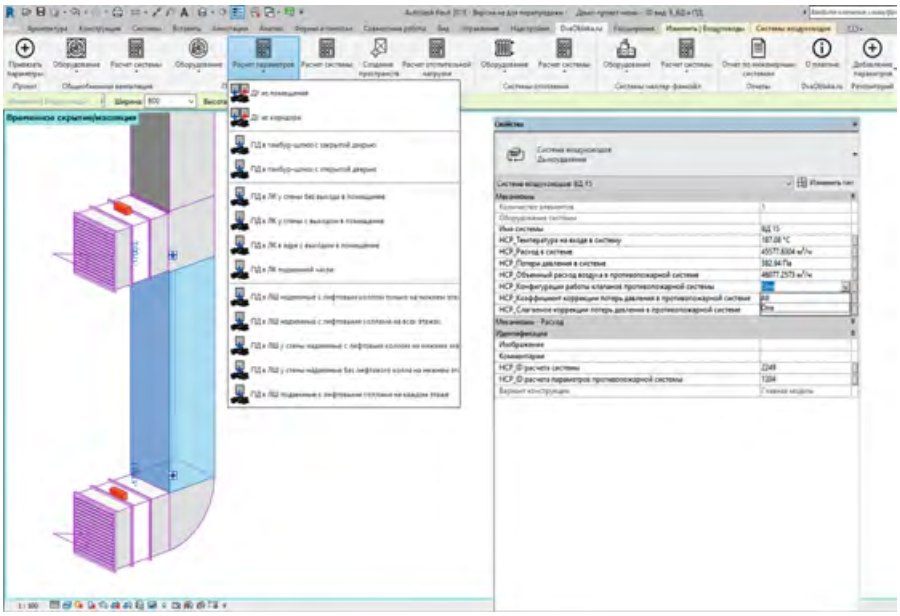


Рис. 3. Выбор типа расчёта противодымной системы

Гидравлический расчёт

Приступая к гидравлическому расчёту, необходимо выбрать и рассчитать отопительные приборы. Плагин «Два Облака» позволяет выбрать тип, серию, геометрию отопительного прибора, определиться с наличием или отсутствием термостатической вставки, задать температуры в подающем и обратном трубопроводах, внутреннюю температуру воздуха в помещении, теплопотери в помещении и определить количество отопительных приборов в нём.

Также плагин «Два Облака» позволяет задать запас по мощности и выбрать требуемую схему подключения отопительного прибора. Результат подбора — семейство подобранного радиатора с возможностью загрузки в проект. Кроме того, в свойства модели отопительного прибора вносятся технические данные для последующего выполнения гидравлического расчёта.

Выполнив трассировку и установку арматуры, можно перейти к «Расчёту размеров и балансировке». Итогом расчёта является отчёт, уточнение диаметров трубопроводов, типоразмеров арматуры, настройка значений балансировочной арматуры. При выгрузке модели в проект соответствующие параметры записываются в элементы сети и участки трубопроводов. Также типоразмеры арматуры меняются на расчётные.

Непосредственно отчёт (report) по расчёту представляется в двух таблицах:

- первая таблица включает в себя расчётные параметры по участкам системы;
- вторая — параметры по всей регулирующей арматуре системы.

Аналогично производится расчёт гидравлики для системы кондиционирования «чиллер-фанкойл». В результате расчёта также получаем отчёт, уточнение диаметров трубопроводов, подбор типоразмеров арматуры и настройки балансировочной арматуры. По результатам расчёта с использованием плагина можно подобрать чиллер и выгрузить его модель в проект Revit.

Плагин «Два Облака» может значительно облегчить работу по выполнению разделов ОВиК. При использовании плагина упрощается работа по внесению корректировок в проект, всегда можно проверить и проанализировать изменения

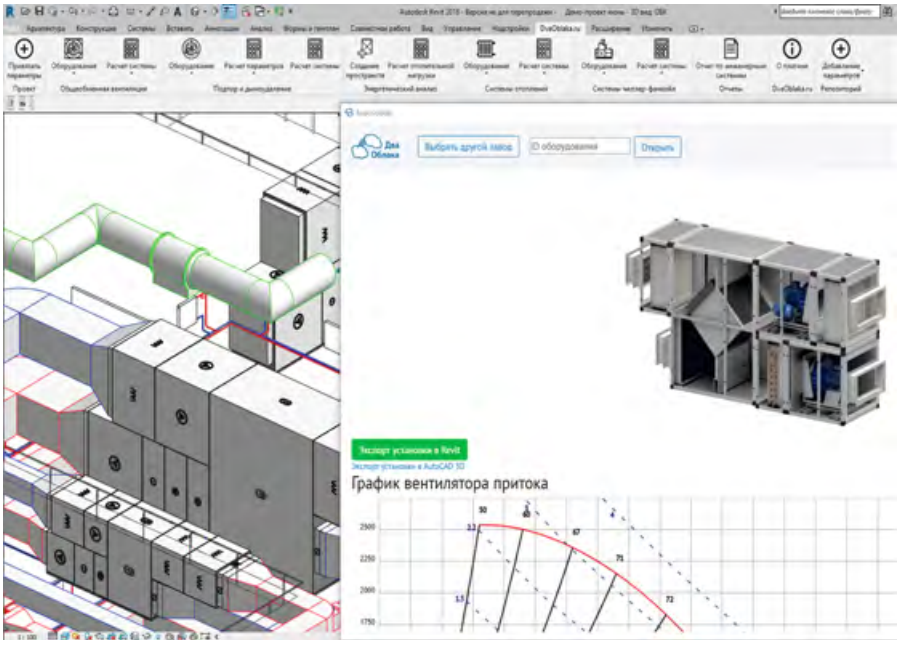


Рис. 4. Подбор центрального кондиционера

Все отчёты по рассчитанным системам хранятся в проекте (вкладка «Отчёт по инженерным системам»).

Получив расчётные параметры для систем отопления, вентиляции и кондиционирования, переходим к выбору основного оборудования. Рассмотрим его на примере подбора центрального кондиционера для общеобменной вентиляции. Плагин «Два Облака» позволяет в простой и доступной форме выбрать тип, серию, конфигурацию требуемого оборудования и в онлайн-режиме произвести его расчёт и подбор. После подбора проектировщику доступны основные параметры установки, её чертёж и BIM-модель. Кроме того, представлены рабочие характеристики вентиляторов и данные по каждой секции, шумовые характеристики и перечень автоматики (рис. 4).

Существует возможность изменения габаритов установки. Последняя состоит из вложенных семейств отдельных секций и имеет соответствующие соединители по воздуховодам, трубопроводам и электрические коннекторы. Каждая установка имеет уникальный ID, по которому можно получить доступ к технической информации с возможностью сохранения в удобном формате.

Подводя итог, хотим отметить, что использование плагина «Два Облака» может значительно облегчить работу по выполнению разделов ОВиК. С использованием плагина упрощается работа по внесению корректировок в проект, всегда можно проверить и проанализировать изменения. Компания «Два Облака» является российским разработчиком программного обеспечения.

Вся актуальная информация представлена на интернет-сайте **dvaoblaka.ru** и на канале компании на YouTube.

14-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВОДНАЯ ВЫСТАВКА И ФОРУМ «ВОДА: ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ»

ЭКВАТЭК ECWATECH 2020

8—10 СЕНТЯБРЯ 2020

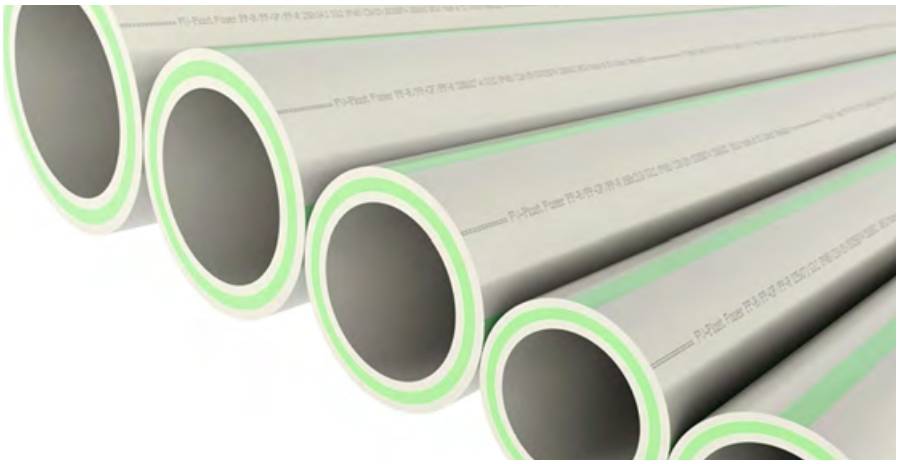
МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

ВСЕ ПРОФЕССИОНАЛЫ И ЭКСПЕРТЫ ВОДНОЙ ОТРАСЛИ В ОДНО ВРЕМЯ НА ОДНОЙ ПЛОЩАДКЕ

WWW.ECWATECH.RU

ОРГАНИЗАТОР Reed Exhibitions®

ООО «РЕЛКС», РЕКЛАМА



На правах рекламы.

Проблемы маркировки напорных полимерных труб

Ассоциация производителей трубопроводных систем (АПТС) в рамках своей деятельности по борьбе с фальсифицированной, контрафактной продукцией, а также по выявлению и устранению фактов умышленного введения в заблуждение её потребителей, в июле 2020 года произвела закупку полимерных труб для систем отопления, водоснабжения, канализации и латунных шаровых кранов.

Полимерные трубы и фитинги повсеместно используются в инженерных сетях отопления водоснабжения и канализации, что снижает капитальные затраты, упрощает монтаж, увеличивает срок эксплуатации сетей. Полимерные трубы и фитинги перестали быть чем-то инновационным, что мы могли наблюдать ещё 20 лет назад. Появляются новые трубы, фитинги и способы их монтажа. Направление полимерных труб в строительстве активно развивается. Однако есть и проблемы роста. В этой статье мы рассмотрим проблемы маркировки напорных полимерных труб. Перечень труб, приобретённых в рамках контрольной закупки АПТС, и их маркировка указаны в табл. 1 «Контрольная закупка продукции».

На сегодняшний день правила маркировки полимерных труб определяются ГОСТ 32415–2013 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия» [1] и ГОСТ Р 53630–2015 «Трубы напорные многослойные для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия» [2]. Как видно из названия этих ГОСТов — это общие технические условия, то есть как минимум обязательные условия, которым должна соответствовать указанная продукция. Обязательная сертификация или декларация для этой продукции не требуется, что вносит определённый хаос в маркировку этих труб.

Маркировка полимерных труб определяет область и условия их применения. В маркировке всегда должен быть указан материал, из которого изготовлена труба:

- **PE (ПЭ)** — полиэтилен;
- **PVC-U (НПВХ)** — непластифицированный поливинилхлорид;
- **PP-H (ПП-Г или ПП тип 1)** — полипропилен гомополимер;
- **PP-B (ПП-Б или ПП тип 2)** — полипропилен блоксополимер;
- **PP-R (ПП-Р или ПП тип 3)** — полипропилен рандомсополимер;
- **PP-RCT (ПП тип 4)** — полипропилен рандомсополимер повышенной термостойкости с модифицированной кристаллличностью;
- **PE-X (ПЭ-С)** — сшитый полиэтилен;
- **PB (ПБ)** — полибутен;
- **PVC-C (ХПВХ)** — хлорированный поливинилхлорид;
- **PE-RT (ПЭ-ПТ) 1-го или 2-го типа** — полиэтилен повышенной термостойкости.

Правила маркировки полимерных труб определяются ГОСТ 32415–2013 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления» и 53630–2015 «Трубы напорные многослойные для систем водоснабжения и отопления»

Автор: О.В. КОЗЛОВ, Ассоциация производителей трубопроводных систем (АПТС)

Контрольная закупка продукции (в строительном торговом доме «Петрович» и в магазине «Леруа Мерлен») табл. 1

№	Наименование образца продукции (по бирке)	Торговая марка	**Маркировка на продукции или на этикетке*** (некорректная или лишняя информация выделена жирным шрифтом)	Замечания
1.	**Труба полипропиленовая**	**Valfex**	VALFEX PP-R-80 SDR 11 / S 5 20×1,9 класс XB / 1,0 МПа **T = 20 °C (PN10) питьевая** ГОСТ 32415–2013 / ТУ 2248-001-21088915–2015 №200310257 PP-R 003 EX/1 №15 22:44:17 21/04/2020	Лишняя информация: *«T = 20 °C (PN10) питьевая»*
2.	**Труба полипропиленовая, армированная стекловолокном**	**Valtec**	VALTEC PP-Fiber **PP-R-100 / FB / PP-R-100** 20×2,8 **PN20** SDR 7,4 / S 3,2 Class 5 / 6 bar Class 4, 2 / 10 bar **Class 1 / 13 bar** ГОСТ Р 53630–2015 DIN 8077/8078 ISO 9001:2008 24/10/19	«PP-R-100» — такой материал не соответствует ГОСТ. Лишняя информация: «PN20». Неправильно: *«Class 1 / 13 bar»* — надо *«класс 1 / 10 бар»*
3.	**Труба полипропиленовая, армированная стекловолокном**	**Valfex**	VALFEX PP-R-80 Армированная стекловолокном PP-R / PP-R SDR 6 / S 2,5 20×3,4 класс 1 / 1,0 МПа класс 2 / 0,8 МПа класс 4 / 1,0 МПа **класс 5 / 0,8 МПа Tmax = 90 °C питьевая (PN25)** ТУ 2248-002-21088915–2015 №PP-R 003 EX/1 Lot: 200401457 №13 02.58.29 11.05.2020	Неправильно: *«класс 5 / 0,8 МПа»* — надо *«Класс 5 / 0,6 МПа»*. Лишняя информация *«Tmax = 90 °C питьевая (PN25)»*
4.	**Труба полипропиленовая, армированная стекловолокном**	**«Ростурпласт» (RTP)**	РОСТУРПЛАСТ Армированная стекловолокном PP-R / PP-R-GF / PP-R SDR 6 / S 2,5 40×6,7 **(PN25)** ГОСТ 32415–2013 (ТУ 2248-004-78044889–2013) 19/10/2019 15.14.56 №001910 Line №10	Лишняя информация: *«(PN25)»*
5.	**Труба полиэтиленовая**	**Stout**	STOUT PE-Xa / EVOH SDR 7,4 / S 3,2 16×2,2 Class 1, 2, 4, 5 / 10 bar **Tmax 90 °C** GOST 32415–2013 EN ISO 15875 Made in Spain Lot: 031120180777 20/04/2020 03/14	Лишняя информация: *«Tmax 90 °C»*
6.	**Труба для отопления и теплоснабжения**	**REHAU Rautitan Pink*[1]**	REHAU Rautitan Pink 16×2,2 PE-Xa / EVOH 1136042 Class 1 / 10 bar Class 2 / 10 bar Class 4 / 10 bar Class 5 / 8 bar DIN 4/26 ISO 15875 A PE-Xa KOMO Class 5 / 6 bar 2018-11-14	Не указан норматив для РФ, соответственно, параметры эксплуатации не имеют привязки к нормативу
7.	**Труба для отопления и теплоснабжения**	**REHAU Rautitan Flex*[1]**	REHAU Universalrohr Rautitan Flex 16×2,2 PE-XA / EVOH 1130370 EN ISO 15875 A Class 1–4 / 10 bar Class 5 / 8 bar T305022019 1127 DIN 4726 Saverstoffdiht DIN 16892 70 °C / 10 bar / 50a DVGW DW-85 01AU2200 094 TW ON-N 2006 218 SVGW KIWA K20406 KOMO Class 4+5 / 6 bar K20125/K20124 AENOR 001/415 ATG 2559 EMI/EME: A-876/1991 3V275 PE-Xa 1/14/19656 U DIN4102-B2 P-3520/6553 MPA BS Made in Germany T305 N02 2019-11-27	Не указан норматив для РФ, соответственно, параметры эксплуатации не имеют привязки к нормативу
8.	**Труба для отопления**	**«Ростерм»**	РОСТерм «Теплый пол» PEX-b / EVOH / PEX-b **SDR 9 / S 3,5** 16×2,0 класс 2 / 0,8 МПа класс 4 / 1,0 МПа ГОСТ 32415–2013 Парт. №A10007 28/10/19	Неточность: *«SDR 9 / S 3,5»* — надо *«SDR 9 / S 4»*
9.	**Труба металлопластиковая**	**USMetrix**	USMETRIX Multilayer Pipe PE-Xb / AL / PE-HD **max 10 bar 95 °C** 16×2,0 EN ISO 21003 20151029 PZH: HK/W/0329/01/2012	Не указан норматив для РФ и параметры эксплуатации. Лишняя информация: *«max 10 bar 95 °C»*
10.	**Труба металлопластиковая**	**Uni-Fitt**	UNI-FITT www.uni-fitt.com Made in Germany by Hewwins Sanitary Heating 16×2 mm PE-Xc / Al 0,4 / PE-Xb Oxygen proof GOST R **95 °C / 10 bar** DIN EN ISO 21003 DIN 4726 DUGW AQ 3181 70 °C / 10 bar HO 43346 WA X35389 F 99 09:40	Не указан норматив для РФ. Лишняя информация: *«95 °C / 10 bar»*
11.	**Труба металлопластиковая**	**Valtec*[1]**	VALTEC PE-Xb / AL 0,3 / PE-Xb 16×2,0 **PN25 Class 5 / 10 bar Tmax = 95 °C Ta = 130 °C** EN ISO 21003 ГОСТ Р 53630–2015 ISO 9001:2008 07.09.2018 03:13	Не соответствующая действительности, лишняя информация *«PN25»*. Неправильно: *«Class 5 / 10 bar»* — надо *«Класс 5 / 8 бар»*. Лишняя информация: *«Tmax = 95 °C Ta = 130 °C»*
12.	**Труба полипропиленовая, армированная волокном**	**Equation**	EQUATION **PP-RT / PP-RT-GF / PP-RT** SDR 7,4 / S 3,2 25×3,5 Klass 2 / 1,05 МПа Klass 5 / 0,09 МПа Pmax = 25 bar / Tmax = 95 °C ГОСТ 32415–2013 / Партия №TM06001 18/11/18 03:12 Made in Italy	«PP-RT» — такого материала по ГОСТ нет. Неправильно: *«klass 2 / 1,05 МПа klass 5 / 0,09 МПа»* — надо: *«Класс 1 / 0,8 МПа, Класс 2 / 0,6 МПа, Класс 4 / 1,0 МПа, Класс 5 / 0,6 МПа, Класс XB / 1,0 МПа»*. Лишняя информация: *«Pmax = 25 bar / Tmax = 95 °C»*
13.	**Труба полипропиленовая, армированная волокном**	**Equation*[1]**	EQUATION PP-R / PP-R-GF / PP-R SDR 6 / S 2,5 20×3,4 класс 2 / 1,0 МПа **класс 5 / 0,8 МПа** ГОСТ 32415–2013 Парт. №TM 04002 08/04/2020 12:04 Сделано в России. Изготовитель ООО «РОСТерм Северо-Запад», 198323, г. СПб., Волхонское ш., д. 112, лит. А, пом. 4Н, комн. 16, тел. (812) 426-39-30	Неправильно: *«класс 5 / 0,8 МПа»* — надо *«Класс 5 / 0,6 МПа»*
14.	**Труба полипропиленовая, армированная волокном**	**«Ростерм»*[1]**	РОСТерм Aqua PP-R / PP-R-GF / PP-R SDR 7,4 / S 3,2 20×2,8 **класс 2 / 0,75 МПа** класс 5 / 0,6 МПа ГОСТ 32415–2013 Парт. №TM 03003 20/03/20 00:12 Сделано в России. Для систем водоснабжения отопления. Поставщик ООО «РОСТерм Северо-Запад», 198323, г. СПб., Волхонское ш., д. 112, лит. А, пом. 4, комн. 16, тел. (812) 425-39-30	Неправильно: *«класс 2 / 0,75 МПа»* — надо *«Класс 2 / 0,6 МПа»*
15.	**Труба полипропиленовая неармированная для ГВС**	**«Политэк»**	ПОЛИТЭК PP-R-80 SDR 6 20×3,4 класс 1, 2, 5 **PN 20 bar / Tmax = 95 °C** ГОСТ 32415–2013 016/15-13 05.03.2020 02:53:58	Не указаны давления для классов эксплуатации. Лишняя информация: *«PN 20 bar / Tmax = 95 °C»*
16.	**Труба полипропиленовая, армированная алюминий**	**Valfex**	VALFEX PP-R-80 Армированная алюминиевой фольгой тип C PP-R / AL / PP-R SDR 6 / S 2,5 20×3,4 класс 2 / 0,8 МПа класс 4 / 1,0 МПа класс 5 / 0,6 МПа **Tmax = 90 °C (PN25) питьевая** ГОСТ Р 53630–2015 / ТУ 2248-003-21088915–2012 №RA130E 62190816 №9 05.57.46 30.11.19	Лишняя информация: *«Tmax = 90 °C (PN25) питьевая»*
17.	**Труба полипропиленовая, неармированная, для ГВС**	**FV-Plast**	FV-PLAST PP-R 20×3,4 A S 2,5 **(PN20)** CSN EN ISO 15874 (Class 1 / 10 bar Class 2 / 8 bar Class 4 / 10 bar Class 5 / 6 bar) DIN 8077, 8078, CSKC06 GOST R 52134 SKZ A 675, AENOR 001 / 000899 18.09.17 13-22 W2 Made in EU (Czech Republic)	Не указан действующий норматив для РФ. Лишняя информация: *«(PN20)»*. Не указан SDR — это неточность.
18.	**Труба питьевая*[2]**	**«Политэк»**	ПОЛИТЭК ПЭ-100 SDR 11 20×2,0 PN16 питьевая ГОСТ 18599–2001 08.06.2020 10:52:41 5406	–
19.	**Труба полипропиленовая для тёплого пола**	**«Ростерм»**	РОСТерм PE-X-b / EVOH / PE-X-b SDR 7,4 / S 3,2 16×2,2 **класс 2 / 1,1 МПа** класс 5 / 1,0 МПа ГОСТ 32415-2013 Парт. №A09019 02/10/19 11:34:34:33 Сделано в России	Неправильно: *«класс 2 / 1,1 МПа»* — надо *«Класс 2 / 1,0 МПа»*

* Маркировка указана с минимальными корректорскими правками, которые редакция журнала сочла необходимыми. *[1] Добровольный сертификат. *[2] Обязательный сертификат соответствия.

Также **указывается тип этого материала, если это уточняет свойства.** Например, для полиэтилена — 80 или 100 [величина минимальной длительной прочности, то есть параметр Minimum Required Strength (MRS), измеряемый в МПа] и т.д.

Обязательно в маркировке указываются размеры трубы, диаметр и толщина стенки трубы. Особенность полимерных труб заключается в том, что указывается не DY (внутренний диаметр), а DN (внешний диаметр). Особенность эта происходит от того, что трубы соединяются фитингами именно по внешнему диаметру механически или сваркой в раструб. И в то же время трубы могут иметь разную толщину стенки в зависимости от их применения, то есть где необходима повышенная прочность, там у полимерных труб повышенная толщина стенки, при этом фитинги остаются с тем же посадочным внутренним диаметром.

Исходя из этих особенностей **на трубе обозначается параметр Standart Dimension Ratio — SDR** (отношение внешнего диаметра трубы к толщине стенки) и/или связанный с ним параметр S (серия трубы). Эти параметры указывают потребителю важную эксплуатационную характеристику — фактически прочность трубы. Чем меньше значение SDR, тем толще стенка трубы и прочнее сама труба.

Согласно ГОСТ 32415 **на напорных трубах указывается класс эксплуатации и рабочее давление**, при котором труба может эксплуатироваться в течение 50 лет с определённым запасом прочности.

Классы эксплуатации для нас абсолютно понятны. Это отопление (радиаторы и тёплые полы) и водоснабжение, то есть горячее водоснабжение (ГВС) на вводе в дом и по дому, а также холодное водоснабжение (ХВС) — табл. 2. Как видно, в табл. 2 указаны режимы работы полимерной трубы в течение 50 лет. В эти 50 лет входят и аварийный, и максимальный (перегретая вода) режимы. Для работы в системе отопления длительностью 50 лет входят также режимы «зимний», «осенне-весенний» и «летний» (нет отопления, но система под давлением).

Согласно ГОСТ 32415 на напорных трубах указывается класс эксплуатации и рабочее давление, при котором труба может эксплуатироваться в течение 50 лет с определённым запасом прочности. Указываются режимы работы полимерной трубы в течение 50 лет

Исходя из условий эксплуатации, по ГОСТ 32415 (правило Майнера) рассчитывается рабочее давление в системе отопления или водоснабжения. Для того, чтобы потребители не занимались этим самостоятельно, эти давления указываются в маркировке трубы.

Например **«класс 5 / 0,6 МПа»** означает: труба может эксплуатироваться по пятому классу в течение 50 лет при избыточном давлении в системе радиаторного отопления, равном 6 атм (0,6 МПа).

Наличие на трубе чёткой и понятной маркировки позволяет потребителю легко и точно определить возможность использования этой трубы при требуемых условиях эксплуатации. В то же время внесение дополнительной информации или неуказание информации вводит потребителя в заблуждение. Например, указание лишней информации:

1. «PP-R-100» — такого материала, согласно ГОСТ 32415, не существует, и какие требования предъявлять по испытаниям к таким трубам — не определено, поэтому производитель без каких-либо доказательств пишет понравившуюся ему цифру «100», труба с такой маркировкой не соответствует ГОСТ 32415, и указание этого ГОСТ на трубе недопустимо.

2. Указание на трубе PP-RC **«питьевая»** (по ГОСТ 32415) не имеет смысла, труба из этого материала используется для ГВС и ХВС безоговорочно. Подтверждение же возможности применения этой трубы данного производителя подтверждается гигиеническим сертификатом (ныне это Свидетельство о госрегистрации, СГР).

3. «PN25» (PN20, PN32 и т.д.) — это историческая маркетинговая глупость. Эта надпись прежде всего используется для армированных труб. Ранее труба STABI (труба, армированная алюминием поверх трубы с SDR 6, то есть армирование внешнее) именовалась сначала PN20, а далее при появлении трубы с центральной армировкой стала маркироваться PN25. Эта труба (STABI) — самая честная и понятная (но неудобная для монтажника, поскольку для сварки трубы с фитингом необходимо зачищать трубу, то есть снимать верхний слой PP-R и алюминиевую фольгу) — вошла в проекты как *«армированная PP-RC труба PN25»*.

Классификация эксплуатационных характеристик напорных труб (табл. 5 ГОСТ 32415 [1]) табл. 2

Класс эксплуатации	$T_{раб}$, °C	Время при $T_{раб}$, г	$T_{макс}$, °C	Время при $T_{макс}$, г	$T_{авар}$, °C	Время при $T_{авар}$, ч	Область применения
1-й	60	49	80	1,0	95	100	Горячее водоснабжение (60 °C)
2-й	70	49	80	1,0	95	100	Горячее водоснабжение (70 °C)
4-й	20	2,5	70	2,5	100	100	Высокотемпературное напольное отопление. Низкотемпературное отопление отопительными приборами
	40	20	70	2,5	100	100	
	60	25	70	2,5	100	100	
5-й	20	14	90	1,0	100	100	Высокотемпературное отопление отопительными приборами
	60	25	90	1,0	100	100	
	80	10	90	1,0	100	100	
ХВ	20	50	–	–	–	–	Холодное водоснабжение

Примечание: $T_{раб}$ — рабочая температура или комбинация температур транспортируемой воды, определяемая областью применения; $T_{макс}$ — максимальная рабочая температура, действие которой ограничено по времени; $T_{авар}$ — аварийная температура, возникающая в аварийных ситуациях при нарушении систем регулирования.

Однако появившаяся труба с армировкой стекловолокном, не требующая зачистки, но пропускающая кислород и поэтому недопустимая к использованию в системах отопления, при применении маркировки PN25 также соответствует по названию *«армированная PP-RC труба PN25»*. Этот парадокс «убивает» трубу STABI и системы отопления в России.

Неточности и нарушения в маркировке в табл. 1 «Контрольная закупка продукции» выделены жирным шрифтом.

Важным в маркировке является указание правильного рабочего давления для каждого указанного на трубе класса. То есть на трубе указан класс, при котором труба может эксплуатироваться, а далее должно стоять давление, при котором данная труба прослужит по этому классу 50 лет. Естественно, что при меньшем давлении труба прослужит дольше, но мы можем спрогнозировать период времени не более 50 лет. ГОСТ 32415 позаботился о нас и указал давления для каждой трубы. Эти значения можно найти в Приложении Г «Значения расчётного напряжения и расчётных серий труб» к этому ГОСТ. Данное Приложение обязательно к исполнению (табл. 3).

Пример №1. Согласно табл. 3, труба из PP-R с SDR = 6 и S = 2,5 может эксплуатироваться при давлении: 1,0 МПа (класс 1), 0,8 МПа (класс 2), 1,0 МПа (класс 4), 0,6 МПа (класс 5) и 1,0 МПа (класс ХВ).

Пример №2. Согласно табл. 3, труба из PP-R с SDR = 7,4 и S = 3,2 может эксплуатироваться при давлении: 0,8 МПа (класс 1), 0,6 МПа (класс 2), 1,0 МПа (класс 4), 0,6 МПа (класс 5) и 1,0 МПа (класс ХВ). Поэтому следующие маркировки:

На трубе указан класс её эксплуатации, а далее должно стоять давление, при котором данная труба прослужит 50 лет

- VALTEC PP-Fiber PP-R-100 / FB / PP-R-100 PN20 **SDR 7,4 / S 3,2 Class 5 / 6 bar Class 4, 2 / 10 bar Class 1 / 13 bar**;
- VALFEX PP-R-80 Армированная стекловолокном PP-R / PP-R SDR 6 / S 2,5 20×3,4 Класс 1 / 1,0 МПа Класс 2 / 0,8 МПа Класс 4 / 1,0 МПа **Класс 5 / 0,8 МПа Tmax = 90 °C питьевая (PN25)**;
- EQUATION PP-R / PP-R-GF / PP-R **SDR 7,4 / S 3,2 25×3,5 Klass 2 / 1,05 МПа Klass 5 / 0,09 МПа P_{max} = 25 бар / T_{max} = 95 °C ГОСТ 32415–2013**;
- EQUATION PP-R / PP-R-GF / PP-R SDR 6 / S 2,5 20×3,4 **Класс 2 / 1,0 МПа, Класс 5 / 0,8 МПа ГОСТ 32415**;
- РОСТерм Aqua PP-R / PP-R-GF / PP-R SDR 7,4 / S 3,2 20×2,8 **Класс 2 / 0,75 МПа Класс 5 / 0,6 МПа ГОСТ 32415–2013**;
- ПОЛИТЭК PP-R-80 SDR 6 20×3,4 **Класс 1, 2, 5 PN 20 бар / T_{max} = 95 °C ГОСТ 32415–2013**

не соответствуют действительности и вводят в заблуждение, поскольку параметры труб — как в примере №1, а значения давления для классов эксплуатации завышены (выделено жирным шрифтом).

Также присутствует излишняя информация: у Valfex это *«T_{max} = 90 °C питьевая (PN25)»*; у Equation — *«T_{max} = 95 °C»*; у «Политэк» — *«PN 20 бар / T_{max} = 95 °C»*.

Трубы, маркировка которых соответствует ГОСТ 53630 [2], следующие:

1. VALFEX PP-R-80 Армированная алюминиевой фольгой тип С PP-R/AL/PP-R SDR 6 / S 2,5 20×3,4 класс 2 / 0,8 МПа, класс 4 / 1,0 МПа, класс 5 / 0,6 МПа T_{max} = 90 °C (PN25) питьевая ГОСТ Р 53630–2015 / ТУ 2248-003-21088915–2012 №RA130E №9 05/57/46 30/11/19.

2. VALTEC PP-Fiber PP-R-100 / FB / PP-R-100 PN20 SDR 7,4 / S 3,2 Class 5 / 6 bar Class 4, 2 / 10 bar Class 1 / 13 bar ГОСТ Р 53630–2015 DIN 8077/78 ISO 9001:2008 24.10.19.

При закупке этой продукции не было выдано ни одного паспорта на продукцию, ни какой-либо дополнительной печатной информации. Но согласно ГОСТ 53630–2015 необходимо выполнение следующих пунктов:

1. Пункт 5.3. Комплектность. В комплект поставки должны входить трубы, а также документ, удостоверяющий их качество в соответствии с п. 7.3.

2. Пункт 7.3. Документ о качестве должен включать в себя, как минимум:

- наименование и местонахождение изготовителя;
- условное обозначение трубы;
- номер партии и дату изготовления;
- размер партии в метрах;
- результаты испытаний или подтверждение соответствия труб требованиям настоящего стандарта и/или стандарта (технических условий) изготовителя.

Также согласно п. 4.3.7 ГОСТ 32415: *«Производитель труб и фитингов из термопластов для систем отопления должен дать рекомендации по требуемому типу водоподготовки и вопросам применения, связанным с проникновением кислорода…»*

Указаний и рекомендаций по применению труб, армированных стекловолокном, при использовании в системах отопления (классы 4 и 5), во время контрольной закупки предоставлено не было. На сайте производителей информация также отсутствует. Таким образом, требование п. 4.3.7 ГОСТ нарушается, а применение в системах отопления труб со стекловолокном, пропускающих кислород, разрушает стальные трубы, панельные радиаторы, котлы АОГВ и прочие стальные элементы систем отопления.

В настоящее время проводятся лабораторные испытания образцов продукции, приобретённой в рамках контрольной закупки. Результаты испытаний будут освещены АПТС в социальных сетях.

Трубы из PP-R (табл. Г.4 ГОСТ 32415 [1]) табл. 3

Рабочее давление $p_{макс}$, МПа	Класс 1		Класс 2		Класс 4		Класс 5		Класс ХВ	
	σ_D	$S'_{макс}$	σ_D	$S'_{макс}$	σ_D	$S'_{макс}$	σ_D	$S'_{макс}$	$\sigma_{хв}$	$S'_{хв}$
0,4	3,09	6,9	2,13	5,3	3,30	6,9	1,90	4,8	6,93	6,9
0,6	–	5,2	–	3,6	–	5,5	–	3,2	–	–
0,8	–	3,9	–	2,7	–	4,1	–	2,4	–	–
1,0	–	3,1	–	2,1	–	3,3	–	1,9	–	–

1. ГОСТ 32415–2013. Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). — М.: Стандартинформ, 2014.
2. ГОСТ Р 53630–2015. Трубы напорные многослойные для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия / Росстандарт. — М.: Стандартинформ, 2016.

Надёжные решения Danfoss для эффективного пожаротушения тонкораспыленной водой

К сожалению, такое явление, как пожар, может произойти внезапно, где угодно и когда угодно. Последствия пожара могут быть разрушительными, где бы они ни возникали. Например, на полном гостей трансатлантическом лайнере, плывущем посреди океана, или в автомобильном тоннеле. Особенно опасны пожары, возникающие в местах, где ежедневно собирается большое количество людей: метрополитен, высотные здания, больницы или офисы...

Автор: Роман ПИНЧУК, менеджер по работе с ключевыми клиентами, отдел промышленной автоматики ООО «Данфосс»

Несомненно, на ответственных объектах (как и на любых других) должны использоваться противопожарные системы, способные в наикратчайший срок локализовать очаг возгорания на большой площади без негативных последствий для людей, находящихся в зоне пожара.

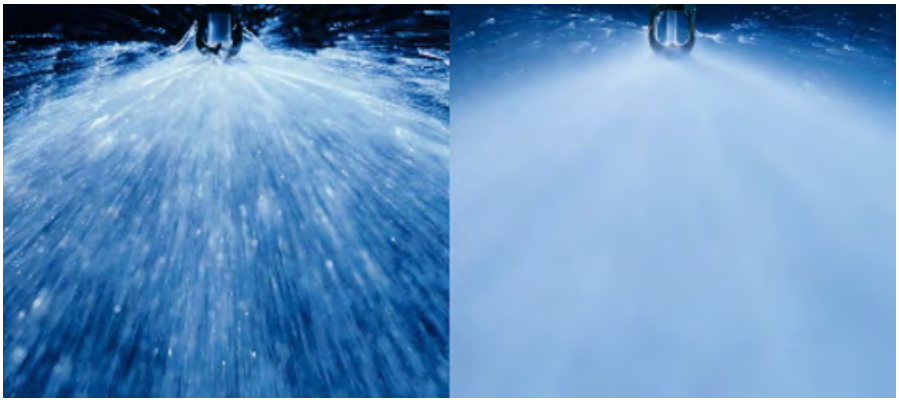
На строительном рынке объектов жилищного и общественного назначения всё бóльшую популярность набирает автоматическая система пожаротушения тонкораспыленной водой (ТРВ). Принцип пожаротушения ТРВ на сегодняшний день признан наиболее эффективным способом поверхностной локализации пожаров классов А (твёрдые вещества — дерево, пластик, резина, текстиль) и В (жидкие вещества — нефтепродукты, бензин, спирт и пр.), а также электрооборудования напряжением до 1000 В.

Особенно эффективным является применение систем пожаротушения ТРВ на ранних стадиях обнаружения очага пожара, в замкнутых пространствах и помещениях, а также на объектах, не допускающих избыточного пролива воды, затопление которой можно рассматривать как вторичный ущерб от пожара.

Согласно нормам и правилам проектирования автоматических систем пожаротушения (СП 5.13130.2009), тонкораспыленная вода представляет собой мелкодисперсный водяной поток, а точнее туман со средним размером капель 150 мкм и даже меньше. Вода под высоким давлением, свыше 80 бар, распыляется специальными форсунками, образуя мелкодисперсный туман, который абсолютно безопасен для людей и окружающей среды.

Как известно, огонь возникает благодаря трём компонентам: горючее вещество, кислород и источник воспламенения. При попадании в область возгорания вода вскипает, а при кипении происходит отбор тепла из зоны горения. Чем меньше размер капель воды, тем больше суммарная площадь поверхности капель, тем эффективнее поглощение тепла из зоны горения. Этот мелкодисперсный туман под действием высокого давления обладает высокой кинетической энергией направленной среды, блокирует и рассеивает излучаемую пламенем теплоту. Таким образом локализуется источник воспламенения. Далее вода при взаимодействии с огнём преобразуется в пар, имеющий свойства инертного газа, который препятствует газообмену продуктов горения с кислородом, тем самым резко снижая его концентрацию в зоне горения. Без кислорода огонь затухает.

Принцип пожаротушения тонкораспыленной водой (ТРВ) на сегодняшний день — наиболее эффективный способ поверхностной локализации пожаров классов А и В, а также электрооборудования (до 1000 В)



Струя воды из стандартной спринклерной форсунки (слева) и мелкодисперсный водяной туман, создаваемый системой пожаротушения тонкораспыленной водой

В этом заключается основное преимущество систем пожаротушения тонкораспыленной водой по сравнению с классическими спринклерными и порошковыми системами, направленными на локализацию одного из факторов возникновения огня.

Преимущества принципа пожаротушения ТРВ

1. Тушение можно начинать до начала эвакуации людей.
2. Эффективное дымоподавление.
3. Низкий расход воды (в пять-десять раз по сравнению с традиционными системами пожаротушения).
4. Меньшее количество форсунок, труб и фитингов необходимо для покрытия того же пространства, что и для спринклерной системы.
5. Сокращение расходов на приобретение и хранение ёмкостей с водой (промежуточные ёмкости).
6. Распылённая вода более равномерно охлаждает сильно нагретые металлические поверхности несущих конструкций, что исключает их локальную деформацию, потерю устойчивости и разрушение.
7. Низкая электрическая проводимость тонкораспыленной воды является основным фактором при выборе систем пожаротушения на электроустановках, находящихся под напряжением.

Лучшие решения Danfoss для пожаротушения ТРВ

Качество насосного оборудования, запорной и регулирующей арматуры и прочих компонентов зависит прежде всего от производителя. Международный концерн Danfoss производит насосы и клапаны высокого давления для разработки и производства систем пожаротушения ТРВ, которые соответствуют самым строгим мировым стандартам качества. Это оборудование подходит как для коммерческого, так и промышленного применения. Благодаря многолетнему опыту и уникальным технологиям, Danfoss предлагает лучшие решения для систем пожаротушения.

Высокопроизводительные насосы серии PAH

Аксиально-поршневые насосы PAH вытесняющего действия перемещают постоянное количество воды в каждом цикле (табл.1). Расход рабочей среды пропорционален количеству оборотов вала насоса (частоте вращения), что обеспечивает непрерывную подачу рабочей жидкости насоса со значительно сниженными пульсациями.

Экономичный расход

В отличие от центробежных насосов, насосы высокого давления серии PAH обеспечивают такой же расход при заданной скорости, независимо от давления нагнетания, и могут использоваться как для поддержания постоянного давления (на подпитку системы), так и в качестве основных насосов для фактического пожаротушения.

Долгосрочность и простое техническое обслуживание

Все детали, входящие в состав насосов, рассчитаны на долгий срок службы с постоянно высокой производительностью и минимальным объёмом необходимого технического обслуживания. Конструктивно эти насосы являются самосмазывающимися и не требуют использования смазочных материалов. Водная среда в рабочей полости насоса обеспечивает достаточный уровень поверхностного скольжения подвижных деталей насоса, поршней и наклонной шайбы.

Эффективные проектные характеристики и конструкция из нержавеющей стали Super Duplex гарантируют долгосрочность использования изделия. При соблюдении технических условий эксплуатации компании Danfoss предполагаемый интервал между циклами технического обслуживания составляет до 8000 ч (!), что для систем пожаротушения является целой вечностью.

Снижение энергозатрат

Благодаря весьма экономичному исполнению насосы серии PAH потребляют меньше энергии по сравнению с сопоставимыми по характеристикам альтернативами. Насосы могут поставляться во взрывозащищённом исполнении по стандарту ATEX для категории 2, зоны 1 или категории 3, зоны 2.

Высокопроизводительные аксиально-поршневые насосы PAH вытесняющего действия

Высокопроизводительные насосы серии PAH — табл. 1

Параметр / модель	PAH 2-6.3	PAH 10-12.5	PAH 20-32	PAH 50-100
Расход при 150 об/мин., л/мин.	2,0–8,7	13,4–17,2	28,9–45,9	72,1–146,9
Скорость вращения, об/мин.	700–1800	700–1800	700–1800	700–2400
Максимальное давление на выходе, бар	140	160	160*	160*

* Для насосов PAH 20, 50 и 100 максимальное давление на выходе составляет 80 бар.

Электромагнитные клапаны серии VDHT

Электромагнитные клапаны линейки VDHT (табл. 2) используются в качестве секционных клапанов для управления потоком воды в системах пожаротушения. Клапаны электрически автоматизированы при включении/выключении, но при необходимости имеют функцию ручного сброса.

Электромагнитные клапаны линейки VDHT

Клапаны серии VDHT — табл. 2

Параметр / модель	VDHT 1/4	VDHT 3/8-1/2	VDHT*
Расход, л/мин.	2–15	30–60	120–150
Макс. давление, бар	90–100	160–210	140
Температура, °C	90	90	90
Присоединение, R″	¼	⅜–½	¾–1

* С ручным сбросом.

Сертификат Российского морского регистра судоходства (РМРС)

Насосы и клапаны Danfoss по запросу могут быть сертифицированы для морского применения.

Клапаны избыточного давления серии VRH

Для поддержания заданного значения давления и отведения избыточного объёма среды из системы концерн Danfoss предлагает линейку клапанов избыточного давления серии VRH из нержавеющей стали AISI 304. Также эти клапаны выполняют функцию защиты компонентов системы пожаротушения от перегрузки и бросков давления.

Клапаны избыточного давления серии VRH

Обратные клапаны серии VCH

Обратные клапаны серии VCH предназначены для пропускания рабочей среды в одном направлении и предотвращения её движения в противоход.

Обратные клапаны серии VCH

Реализованные проекты на базе компонентов Danfoss в РФ и Европе

Насосы Danfoss серии PAH и клапаны VDHT, VRH и VCH установлены в большом количестве систем пожаротушения ТРВ, реализованных по всему миру. Например, низкие эксплуатационные расходы и длительные интервалы обслуживания были решающими для заказчика объекта, когда в 2019 году отель Alsik в городе Сондерборг (Дания) выбрал систему пожаротушения ТРВ. Система прошла все регламентные испытания с максимальной оценкой, выданной противопожарной службой Королевства Дания. Сердцем системы являются восемь насосов PAH 80, которые в любой момент обеспечат подачу воды под давлением 120 бар для эффективной борьбы с возгоранием в любой точке из 19 этажей, 190 комнат и на общей площади 24,5 тыс. м^2.

Бизнес-центр «Академик», г. Москва

В России концерн Danfoss плотно сотрудничает с компанией Fogstream, являющейся резидентом «Сколково» и несомненным лидером в области инновационных технологий. Компания имеет большой опыт в проектировании и производстве систем АУП ТРВ, а также оказании комплексных услуг по монтажу и сервисному обслуживанию реализованных объектов.

В настоящее время завершена реализация проекта системы пожаротушения ТРВ Fogstream в бизнес-центре «Академик» (адрес: г. Москва, проспект Вернадского, д. 41) с применением насосов серии PAH и клапанов высокого давления концерна Danfoss. Успешно проведены приёмные испытания и система сдана в эксплуатацию. Результат внедрения — уменьшение расхода воды в 12 раз, уменьшение объёма резервуаров в 38 раз, увеличение высоты потолков на 0,2 м. Экономические показатели внедрения — уменьшение CAPEX на 11 %, уменьшение OPEX на 8 %. Общий экономический эффект — 12 млн руб. В 2019 году данный объект был награждён архитектурной премией города Москвы за лучшее архитектурно-градостроительное решение объекта многофункционального назначения.

Московский бизнес-центр «Академик»

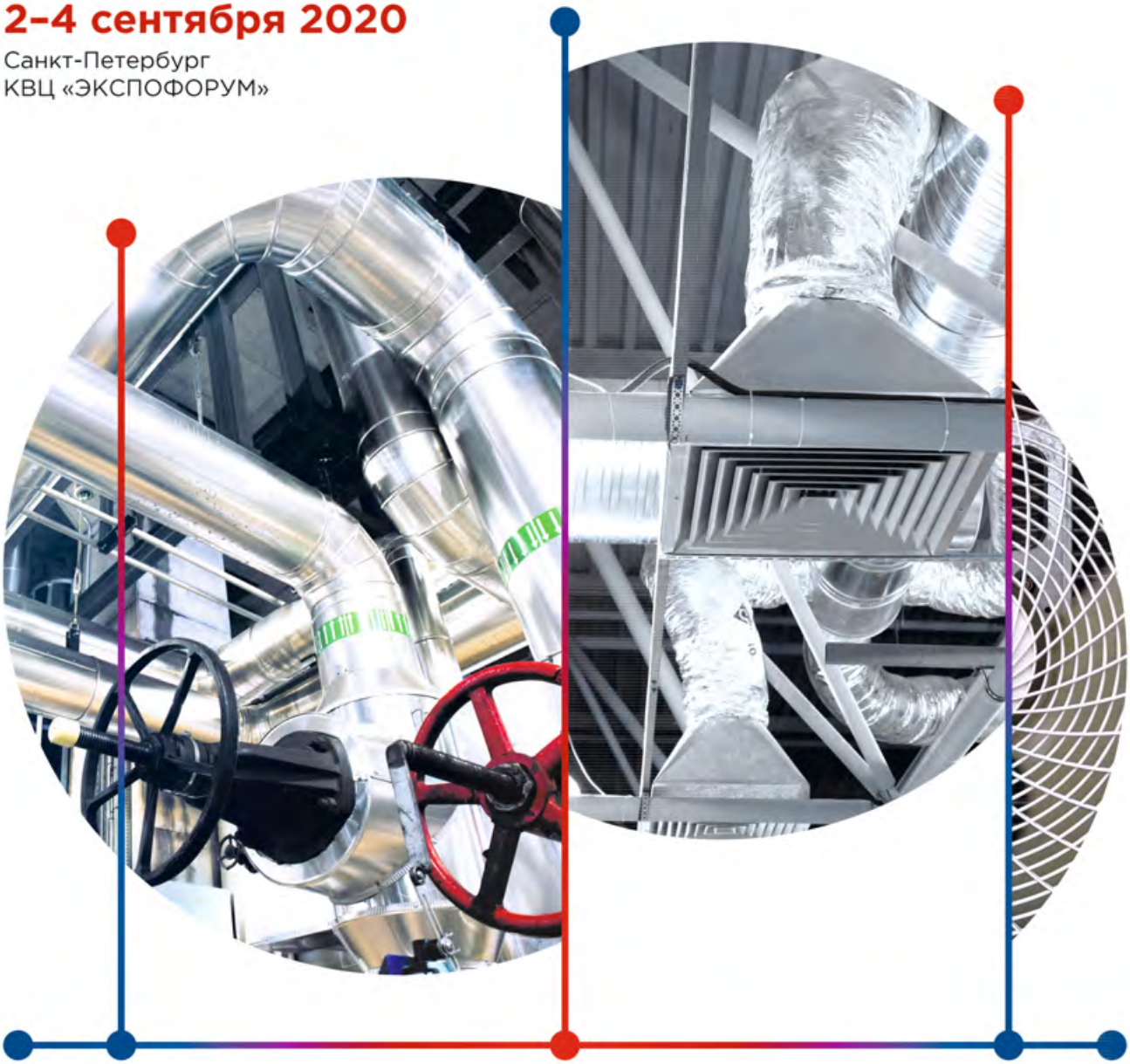
Бизнес-центр «Невская Ратуша», г. Санкт-Петербург

Ещё один объект компании Fogstream — бизнес-центр «Невская Ратуша» (адрес: г. Санкт-Петербург, Дегтярный переулок, д. 11б). Подготовлен проект системы пожаротушения тонкораспыленной водой с учётом технологических и конструктивных особенностей объекта. Результатом явилось уменьшение расхода воды в девять раз, уменьшение объёма резервуаров в 30 раз, увеличение высоты потолков на 0,2 м. Экономические показатели внедрения: уменьшение CAPEX на 15 %, уменьшение OPEX на 9 %. Общий экономический эффект составил 46 млн руб. В настоящее время также ведётся проектная работа по другим объектам, расположенным в Москве и Краснодарском крае.

Engineerica

Международная выставка
оборудования для отопления,
водоснабжения, вентиляции
и климатических систем

2–4 сентября 2020
Санкт-Петербург
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



Отопление
Водоснабжение
Вентиляция
Кондиционирование

Подробнее о выставке:
engineerica.ru

Международная Выставочная Компания

Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге

+7 (812) 380 6014/00
engineerica@mvk.ru

12+

Как увеличить расход на смыв европейских компакт-унитазов за счёт изменения конструкции спускной арматуры

Увеличить средний расход воды на смыв у имеющихся в эксплуатации унитазов путём только замены старой спускной арматуры на новую — задача перспективная и вполне осуществимая. В будущем специалисты заводов по производству унитазов должны знать, что уменьшение гидравлического сопротивления каналов полости обода и связанное с этим ухудшение очищения передней части чаши унитаза компенсируется увеличением расхода воды на смыв, то есть увеличением скорости её течения за счёт применения новой спускной арматуры с большим расходом...

Автор: Ю.И. ЧУПРАКОВ, к.т.н.

Строительные правила в США обязывают американских строителей делать разводку канализации под перекрытиями зданий. В результате расстояние между чашей унитаза и горизонтальными трубами канализации составляет внушительную величину (до 0,5 м). Последнее позволяет при спуске воды обеспечить сифонирующий эффект, который как насос выкачивает содержимое унитаза в канализационную сеть. Это позволяет заокеанским создателям унитазов легко удовлетворять постоянно растущие требования потребителей по качеству смыва даже у компакт-унитазов.

В европейских же странах, в том числе и в России, строительные правила обязывают размещать горизонтальные канализационные трубы над перекрытиями зданий, что приводит к существенному уменьшению высоты чаш компакт-унитазов над канализационными трубами. Если учесть, что в момент спуска воды из смывного бачка её уровень в донной части чаши унитаза может подняться на 3–5 см, то вода из чаши унитаза будет вытекать под очень маленьким напором. Поэтому лёгкие фракции содержимого унитаза, плотностью даже несколько большей, чем 0,6 г/см^3, после завершения спуска так и останутся на дне чаши.

Это свойство унитазов европейского типа является их основным недостатком. В американских же унитазах благодаря сифонирующему эффекту из чаши унитаза в канализационную систему отправляется содержимое чаши любой плотности (даже кусочки пенопласта и мобильные телефоны). Другой недостаток унитазов европейского типа сводится к постоянной необходимости пользоваться ёршиком для дополнительной очистки внутренней поверхности чаши унитаза от прилипающих к ней фекалий. Встречаются даже случаи, когда при продаже очень дорогого компакт-унитаза покупателя соблазняют бесплатным подарком в виде красивой стойки с очень красивым ёршиком. Таким образом продавец унитаза как бы заранее предупреждает покупателя: «*Нет гарантии в том, что чаша унитаза в процессе полного спуска очистится от прилипших к его поверхности фекалий, поэтому мы дарим вам эту красивую стойку с ёршиком!*».

Эти недостатки, а также ряд других можно частично устранить за счёт увеличения расхода на смыв. Примером могут служить первые в России унитазы с высокорасполагаемыми смывными бачками, которые размещались над чашами унитазов на высоте до 2 м. Интенсивный смыв содержимого чаши унитаза обеспечивался за счёт увеличенного расхода на смыв в результате появления сифонного эффекта из-за очень длинной трубы с внутренним диаметром около 30–35 мм, соединяющей смывной бачок и чашу унитаза. Правда, процесс спуска воды из смывного бачка сопровождался сравнительно громким и характерным шумом, присущим высокорасполагаемым смывным бачкам.

В «американских» унитазах благодаря сифонирующему эффекту из чаши унитаза отправляется в канализационную систему содержимое чаши любой плотности. Европейские унитазы такого преимущества лишены, в них приходится пользоваться ёршиком

Следует также отметить, что вертикальная часть отводной трубы тарельчатого унитаза имела сравнительно малое сечение. Благодаря этому вода в ней в процессе спуска поднималась над уровнем воды в спокойном состоянии примерно на 10–15 см, и это обеспечивало интенсивную транспортировку содержимого чаши унитаза в канализационную сеть. Сравнительно лёгкие фракции под действием активных потоков, вытекающих из-под обода унитаза, так же интенсивно отправлялись сначала в отводную трубу, а затем в канализационную сеть.

Сравнение качества смыва двух упомянутых конструктивно различных схем унитазов можно понять из услышанного автором следующего рассказа. Один мужчина жил в квартире, в которой от старых времён ещё сохранился унитаз с высоко расположенным смывным бачком. Мужчина курил сигареты с фильтром, а «бычки» от сигарет потом бросал в унитаз, и они, несмотря на маленькую плотность (до 0,2 г/см^3), легко смывались благодаря удачной конструкции отводной вертикальной трубы в пьедестале унитаза и большой скорости воды, поступающей из-под обода чаши. Со временем он решил сменить морально устаревший унитаз на новый и более эстетичный. Специалисты подобрали ему очень красивый компакт-унитаз и грамотно его установили. Но быстро выяснилось, что «бычки» теперь перестали смываться. Это вызвало у потребителя справедливый гнев, который он высказал специалистам. Однако специалисты оказались «настоящими» и они убедили потребителя, что так и должно быть…

Дело в том, что компакт-унитазы, имеющие обод чаши с «открытым кольцом», не всегда могут доставить омывающий поток к передней части поверхности чаши. Поэтому эта часть чаши не омывается потоком воды, так как она, вытекая через щель на начальных участках канала под ободом, теряет энергию. Чтобы обеспечить ополаскивание передней части поверхности чаши, обычно увеличивают скорость потока в полости обода унитаза, выполняя соответствующие сужения в его некоторых местах. Например, в месте входа воды в полости обода унитаза размещается перегородка, в которой выполнены два симметрично расположенных отверстия диаметром около 26 мм. Эти отверстия обеспечивают течение воды со скоростью, которая позволяет струям воды проникать к передней части обода и относительно хорошо омывать переднюю часть чаши унитаза. Однако это из-за сравнительно большого сопротивления отверстий приводит к снижению расхода на смыв, что, естественно, ухудшает качество смыва эстетически безупречно изготовленного унитаза. В результате лёгкие фракции содержимого чаши унитаза не транспортируются в канализационную сеть, а остаются после завершения спуска в чаше. Это происходит потому, что в угоду дизайнерским изыскам не всегда учитывается особенность работы собственно унитаза вместе с тонкостями работы смывного бачка.

Опыт показывает, что малой величиной среднего расхода на смыв обладают

также некоторые унитазы с душевой подачей воды в чашу унитаза из-под обода его чаши из-за сравнительно большого гидравлического сопротивления душевых отверстий и неудачного выполнения обводов внутренних поверхностей чаш, которые выбраны не совсем оптимальным образом.

Следует также отметить, что добиться средних расходов на смыв, больших, чем 2,5 л/с, в большинстве современных спускных арматур в компакт-унитазах европейского типа практически невозможно. И вот почему.

Если внимательно провести анализ недавно аннулированного ГОСТ 21485–94 «Смывные бачки и арматура к ним. Общие технические условия», то можно понять, что малая величина среднего расхода на смыв уже заложена в нём, а также в предшествующих ГОСТах, в том числе и в ГОСТах европейских стран. Например, п. 5.2.3 упомянутого ГОСТ 21485–94 ограничивает спускную арматуру средним расходом на смыв, равным 1,8 ± 0,2 л/с. Это среднестатистическое значение расхода было установлено опытным путём с учётом гидравлического сопротивления каналов, размещённых под ободом использовавшихся в то время унитазов. Пользуясь этими ГОСТами, также было невозможно в то время точно определить характеристики собственно спускной арматуры, поскольку конечный момент завершения процесса спуска определялся по прекращению течения воды из-под тыльной части обода унитаза. Поэтому при создании новых конструкций спускной арматуры ориентировались на предшествующие разработки. Однако их характеристики уже были далеки от возросших требований, которые стали предъявляться к спускной арматуре, во многом определяющей смывные качества унитазов.

Если спускную арматуру установить на унитаз, то средние расходы на смыв из-за увеличенных гидравлических сопротивлений под ободами унитазов уменьшатся примерно на 30–40 %. Такое уменьшение расходов унитазов с некоторыми типами спускных арматур приводит к существенному ухудшению качества смыва даже очень красивых и стильных компакт-унитазов.

Величины средних расходов на смыв у спускных арматур различных производителей и особенности геометрии в каналах обода унитазов, а также при использовании смывных бачков различной конфигурации существенно отличаются.

Для подтверждения этого факта были проведены экспериментальные исследования различных спускных арматур с относительно высоким смывным бачком. Его высота без крышки равна 330 мм, ширина фронтальной стенки вверху — 380 мм, внизу — 330 мм. Боковые стенки бачка равны внизу в среднем 150 мм, вверху — 165 мм. В этот бачок можно налить 11 л воды, оставив сухими только верхние 20 мм внутренних поверхностей стенок.

Расходные характеристики наиболее доступных автору данной статьи спускных арматур определялись с учётом требований п.п. 5.2, 5.6, 6.5, 13.2 и 13.3 ГОСТ 21485–2016 «Бачки смывные и арматура к ним. Общие технические условия».

На рис.1 приведены экспериментально полученные зависимости среднего расхода на смыв $Q_{ср}$ от начального объёма воды в бачке $V_н$ до её полного слива из бачка для двух спускных арматур, седла которых отличаются геометрией. Штриховыми линиями обозначены кривые $Q_{ср} = f(V_з)$ при использовании спускной арматуры с как бы классическим клапаном. Такой клапан уже длительно применяется и совершенствуется. Он содержит ножеобразное седло, выполненное из пластмассы в виде кольцевого выступа, выполненного на верхней периферической части корпуса, и плоский эластичный клапан, устанавливаемый на нижней части переливной трубы. Его некоторые конструктивные решения приведены в [1] на рис. 3, 4 и 5. При этом штриховая кривая 1 получена при испытании спускной арматуры при свободном сливе воды из смывного бачка, а штриховая кривая 2 — при испытании этой же спускной арматуры при наличии гидравлического сопротивления в спускном отверстии в виде насадка с диском, имеющим 18 круглых отверстий. Суммарная площадь этих отверстий составляет 14,14 см^2, что укладывается в вилку рекомендаций в п. 7.3 ГОСТ 21485–94 о присоединении к спускному отверстию

патрубка с площадью отверстия от 14 до 15 см² для имитации гидравлического сопротивления каналов под ободом унитаза. Этот насадок имитирует усреднённое гидравлическое сопротивление каналов обода унитаза.

На рис. 1 также сплошной линией 3 приведена зависимость $Q_{ср} = f(V_н)$ для спускной арматуры с квазиконоидальным седлом, приведённым в [1] на рис. 7. Такое седло по сравнению с классическим пропускает на 30–40 % бóльшие расходы воды, чем классическое седло. Это подтверждается графиками, выполненными сплошными линиями 1 и 3 на рис. 1. При этом сплошные кривые получены при испытании спускной арматуры при свободном сливе, а штриховые кривые 2 и 4 — при сливе воды из бачка с установленным на торце спускной трубы гидравлическим сопротивлением как и при получении кривых 1 и 3. Анализ этих графиков показывает, что использование спускной арматуры с квазиконоидальным седлом предпочтительнее с точки зрения получения больших средних расходов на смыв.

Следует отметить, что автор этой статьи отказался от использования патрубка площадью отверстия, равной 14–15 см², для организации гидравлического сопротивления, имитирующего гидравлическое сопротивление обода унитаза, так как такой патрубок длиной, например, 300 мм существенно увеличивает средний расход воды при экспериментальных исследованиях за счёт сифонного эффекта и искажает результаты экспериментального исследования.

На рис. 1 штрихпунктирной линией 5 нанесена аналогичная зависимость $Q_{ср} = f(V_з)$ для спускной арматуры с квазиконоидальным седлом, смонтированной вместе со смывным бачком на унитазе с душевой подачей воды на смыв. К сожалению, этот унитаз оказался не очень удачной конструкцией с точки зрения качества смыва и его производитель неизвестен, так как он не имеет маркировки. Это было известно и до проведения эксперимента, но опыт показывает, что увеличенное гидравлическое сопротивление тракта под ободом унитаза сможет свести «на нет» все достоинства спускной арматуры даже с седлом коноидального типа.

Давно замечено, что к улучшению качества смыва приводит наполнение смывного бачка водой до уровня, превышающего уровень, соответствующий 6 л полезного объёма. Однако официально об этом никогда не упоминается, но производственники делают смывные бачки объёмом иногда до 12 л. Редко, но бывает,

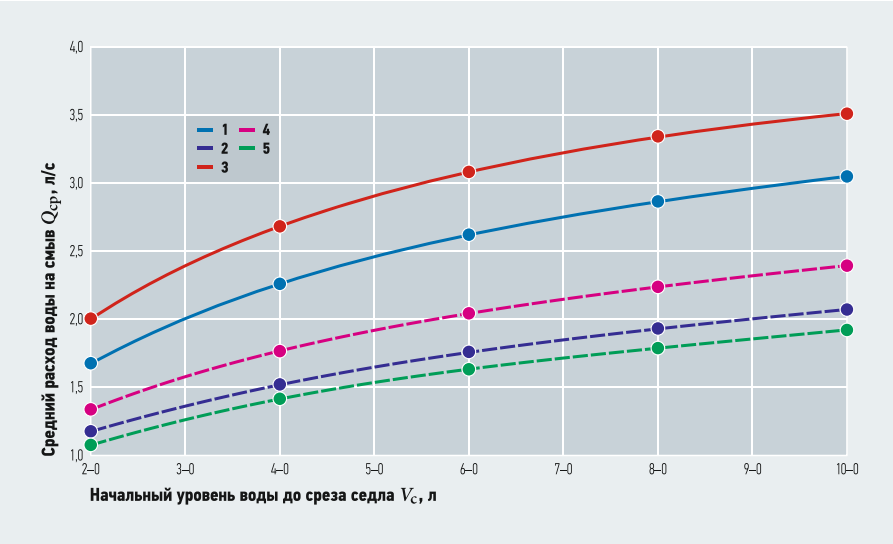


Рис. 1. Зависимость среднего расхода воды на смыв $Q_{ср}$ от начального уровня воды (10, 8, 6 и 4 л) до среза седла ($V_с$ = 0 л) [**1** — спускная арматура с классическим седлом спускного клапана (свободный слив); **2** — эта же (п. 1) арматура с насадком, имитирующим гидросопротивление обода унитаза; **3** — спускная арматура с квазиконоидальным седлом (свободный слив); **4** — эта же (п. 3) арматура с насадком, имитирующим гидросопротивление обода унитаза; **5** — спускная арматура с квазиконоидальным седлом, вместе с бачком установленная на пьедестале унитаза с душевой подачей воды в чашу]

когда зарубежные производители делают смывные бачки на объём, равный точно 6 или 4 л. В более объёмных бачках легче исправить недостаток, связанный с неудовлетворительным качеством смыва. Однако, если бачок настроить на 8 л, то спуск может оказаться вполне удовлетворительным. Особенно часто так поступают, когда отсутствует квартирный водосчётчик. В случае, если водосчётчик в квартире имеется, то холодная вода, которая идёт на смыв унитаза, стоит намного дешевле, чем горячая. Кстати, на нужды унитаза расходуется примерно 30 % потребляемой одной квартирой холодной воды. Поэтому финансовый ущерб не так существенен по сравнению с улучшением качества смыва. Кстати, объём заполнения смывного бачка определяется высотой перелива спускной арматуры. За рубежом с целью упрощения конструкции переливную трубу делают цельной и высотой примерно 230–260 мм с разметкой, позволяющей её обрезать сверху, если смывной бачок, в котором труба перелива требуется более короткой. Однако иногда нужна переливная труба большей высоты, например, 300 мм. В России трубу перелива обычно делают составной телескопической, благодаря чему она годна для смывных бачков любой высоты.

К улучшению качества смыва приводит наполнение смывного бачка водой до уровня, превышающего уровень, соответствующий 6 л полезного объёма. Официально об этом никогда не упоминается, но бачки делаются объёмом до 12 л

На рис. 2 приведены экспериментально полученные характеристики зависимости среднего расхода воды на смыв $Q_{ср}$ от величины спускаемого полезного объёма $V_з$ при постоянном исходном уровне воды в бачке, равным 10 л. Цифрой 1 обозначена сплошная линия, связывающая величины средних расходов на смыв $Q_{ср}$, которые зависят от значения полезного объёма спускаемой воды при использовании спускной арматуры с классическим седлом. По сути дела это характеристика собственно спускной арматуры. Штриховая линия 2 получена при испытании спускной арматуры с классическим седлом как будто установленной на унитаз, то есть с насадком на конце спускной трубы. Цифрой 4 обозначена штриховая линия, полученная при испытании спускной арматуры с квазиконоидальным седлом, и с насадком на конце спускной арматуры. Цифрой 5 отмечено значение среднего расхода на смыв осреднённого современного европейского унитаза в сборе со спускной арматурой и со смывным бачком при спуске воды объёмом 6 л. Как видно, новая спускная арматура по смывным качествам значительно превосходит применяющуюся в настоящее время и поэтому имеет право на существование. Необходимо только, чтобы смывной бачок имел высоту ближе к 350 мм.

Несколько лет назад в компании «Инко-Эр» возникла идея наполнять смывной бачок до значений объёмов воды больших, чем 6 л, но спускную арматуру выполнить так, чтобы завершение спуска происходило после спуска 6 л или несколько меньших объёмов воды. Был изготовлен спускной клапан с такой функцией. Это был лабораторный макет, кото-

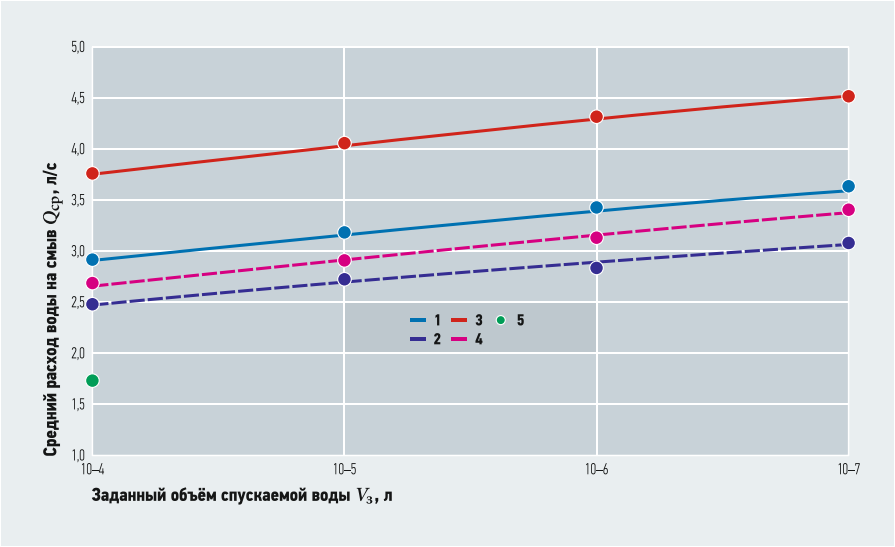


Рис. 2. Зависимость среднего расхода воды на смыв $Q_{ср}$ при исходном уровне, соответствующем 10 л, до величины, обусловленной заданным объёмом спускаемой воды $V_з$ [**1** — спускная арматура с классическим седлом спускного клапана (свободный слив); **2** — эта же (п. 1) арматура с насадком, имитирующим гидросопротивление обода унитаза; **3** — спускная арматура с квазиконоидальным седлом спускного клапана (свободный слив); **4** — эта же (п. 3) арматура с насадком, имитирующим гидросопротивление обода унитаза; **5** — средний расход на смыв современного европейского унитаза при спуске воды от 6 до 0 л]

рый прошёл удачно испытания на Ногинском фарфоровом заводе. Опасения, что оставшаяся вода в бачке может со временем вытечь, если долго не пользоваться спуском, оказались несостоятельными. К этому времени спускная арматура упомянутой компании уже имела достаточно герметичный спускной клапан. Поэтому было решено разработать принципиально новую спускную арматуру. Однако в новых разработках всегда «вылезают» и новые проблемы. Одной из них явилось увеличенное усилие на кнопку пуска. Оно и раньше было на пределе (не более 20 Н), а в новой конструкции спускной арматуры оно выросло почти вдвое, так как почти вдвое была увеличена высота заполнения смывного бачка. Чтобы решить задачу уменьшения усилия на кнопку пуска без существенного усложнения конструкции новой спускной арматуры, а также без увеличения её себестоимости потребовалось почти четыре года.

Предварительные результаты исследования в деле создания принципиально новой спускной арматуры были опубликованы в [2]. Из текста этой работы вытекает важный факт, позволяющий сделать вывод, что при неизменных геометрических параметрах спускного патрубка и седла спускной арматуры можно получить расходы воды на смыв большие, чем в традиционных условиях спуска.

Что же касается проблем с увеличением усилия на кнопке пуска в результате увеличения высоты зеркала воды над седлом спускного клапана почти в два раза, то здесь было над чем подумать. В самом деле, ГОСТ 21485–2016 в п. 6.4 предусматривает усилие, прикладываемое к пусковой кнопке, не более 20 Н. Для оценки реальных усилий на кнопках пуска наиболее применяемых спускных арматур были проведены экспериментальные исследования спускных арматур разных производителей.

Спускная арматура ООО «ИнкоЭр» показала следующие усилия на кнопке пуска. При заполнении смывного бачка объёмом воды 6 л усилие на кнопку пуска для её полного утапливания составляет 17–18 Н, что укладывается в требование п. 6.4 ГОСТ 21485–2016. При заполнении смывного бачка 10 л воды усилие, необходимое для полного утапливания кнопки пуска, составляет 45 Н, а при приложении к кнопке пуска усилия, равного 20 Н, клапан остаётся герметичным. И только при приложении усилия, равного 30 Н, наблюдается очень малое проседание кнопки и слегка нарушается герметичность клапана в виде редких капель воды из-под клапана.

Сравнительно малые усилия, которые необходимо приложить к кнопке пуска, у некоторых зарубежных спускных арматур объясняются наличием в них дополнительных поплавков, уменьшающих усилие прижима эластичного клапана к седлу за счёт веса столба воды над клапаном. Поэтому эта проблема решаема.

Кроме того, применение поплавка, закреплённого на переливной трубе, позволяет существенно упростить конструкцию узла для обеспечения момента наперёд заданного момента закрытия клапана и выполнить этот узел высоконадёжным и долговечным. Правда, при этом придётся отказаться от спорной кнопки малого спуска. Во-первых, в российских ГОСТах эта кнопка не узаконена, а во-вторых, малый спуск в большинстве случаев не обеспечивает полного обновления воды в гидрозатворе в унитазах европейского типа, что нежелательно с точки зрения биологической опасности. Водная среда отводной трубы унитаза является источником загрязнения и местом, в котором созданы идеальные условия для бурного размножения опасной микрофлоры. Испражнения частично оседают на верхней и боковых стенках отводной трубы, а их микрофлора попадает в идеальные условия для размножения. Этому способствует комнатная, а иногда и несколько большая температура воды в отводной трубе.

Кстати, в американских и подобных им сифонирующих унитазах, а также в некоторых европейских унитазах кнопок и рукояток малого спуска нет и не предвидится по причинам жёстких требований, связанных именно с исключением проблем биологической опасности.

Заключение

В заключение хочется отметить следующее. Материалы статьи показывают, что задача увеличить средний расход воды на смыв у уже имеющихся в эксплуатации унитазов путём только замены старой спускной арматуры на новую — перспективная и вполне осуществимая. Правда, могут встретиться унитазы с увеличенным гидравлическим сопротивлением потоку воды в ободе унитаза. Тогда эффективность приращения качества смыва может оказаться нулевой. Однако таких унитазов в их общей массе сравнительно мало, и специалисты могут легко выявить их за счёт визуального осмотра. Кроме того, в будущем специалисты заводов по производству унитазов должны знать, что уменьшение гидравлического сопротивления каналов полости обода и связанное с этим ухудшение очищения передней части чаши унитаза компенсируется увеличением расхода воды на смыв, то есть увеличением скорости её течения за счёт применения новой спускной арматуры с большим расходом.

Следует также отметить, что увеличение среднего расхода на смыв можно осуществить, введя в спускную арматуру узлы, увеличивающие расход за счёт спуска только верхнего объёма воды в бачке, увеличения высоты и заужения смывного бачка, а также за счёт использования седла квазиконоидального или коноидального типа. Первый является более простым в изготовлении и более технологичным.

1. Чупраков Ю.И. Зависимость расхода на смыв компакт-унитазов от геометрии седла спускного клапана и смывного бачка // Журнал СОК, 2018. №2. С. 26–29.
2. Чупраков Ю.И. Клапаны спускной арматуры смывных бачков // Журнал СОК, 2014. №5. С. 36–41.

Расчёт объёма бака-гидроаккумулятора при подаче воды в сеть водоснабжения

Бак-гидроаккумулятор позволяет снизить количество пусков подающего насоса за счёт создания запасного (буферного) объёма под давлением. Расчёт этого объёма, по мнению автора, должен проводиться согласно уравнению адиабатического газового процесса. При этом необходимо корректно задавать условия работы гидроаккумулятора, учитывая расчётные расходы подаваемой воды и предельно допустимое число включений насоса в час.

Автор: А.Ю. РУШНИКОВ, к.т.н.,
инженер-проектировщик,
ООО «Отечественные Водные Технологии»

Баки-гидроаккумуляторы (гидропневматические баки, гидробаки, мембранные баки и т.п.) широко используются в небольших системах водоснабжения, как на первом, так и на втором подъёмах. На первом подъёме бак-гидроаккумулятор выполняет обычно функцию сглаживания гидравлических ударов при пуске и остановке насоса (как правило, это погружной насос водозаборной скважины). Особенности работы гидроаккумулятора для такого случая рассматривались в [1].

На втором подъёме гидроаккумулятор является по сути напорно-регулирующей ёмкостью, позволяющей создать некоторый объём воды под давлением. За счёт этого объёма обеспечиваются небольшие расходы воды, что особенно важно при значительной неравномерности водопотребления. Также обеспечивается компенсация утечек воды, возникающих вследствие неплотностей в трубопроводах и водопроводном оборудовании, без включения подающего насоса возможно более продолжительное время. Баки могут устанавливаться и на «прямоточных» схемах водоснабжения, когда погружной насос скважины подаёт воду непосредственно водопотребителям — с системой очистки воды или без неё.

Подбор бака-гидроаккумулятора сводится к расчёту его объёма. Сложность этой задачи заключается в учёте сочетания одновременного изменения объёма и давления газа (воздуха) и воды в герметично закрытом от атмосферы корпусе бака. Если даже говорится, что расчётом определяется частота включения насоса, в любом случае речь идёт именно об определении того резервного, буферного рабочего объёма, который может использоваться, как уже было сказано, для компенсации небольших расходов воды (разумеется, сугубо ограниченное время) и утечек из системы водоснабжения.

На первом подъёме бак-гидроаккумулятор выполняет обычно функцию сглаживания гидравлических ударов при пуске и остановке насоса. На втором подъёме гидроаккумулятор является по сути напорно-регулирующей ёмкостью, позволяющей создать некоторый объём воды под давлением

Далее приведены несколько формул для расчёта объёма гидробака (они же были приведены и в [1]):

$$W = q_{\text{hr}}^{\text{sp.i}}/(4n), \qquad (1)$$

где $q_{\text{hr}}^{\text{sp.i}}$ — часовой расход воды, подаваемой насосом; n — допустимое число включений насосной установки в час, для установок с гидропневматическим баком $n = 6–10$;

$$W = KQ_{\max}\frac{(p_{\max}+1)(p_{\min}+1)}{(p_{\max}-p_{\min})(p_0+1)}, \qquad (2)$$

$$W = 16{,}5\frac{Q_{\max}}{a}\frac{p_{\min}p_{\max}}{p_{\max}-p_{\min}}\frac{1}{p_0}, \qquad (3)$$

где $Q_{\max}$ — максимальный расход воды, л/мин.; $p_{\max}$ — максимальное давление, при котором насос отключается; $p_{\min}$ — минимальное давление, при котором насос включается; p_0 — давление газа в гидроаккумуляторе; K — коэффициент, зависящий от мощности насоса; a — количество пусков системы в час.

Нетрудно заметить, что формула (1) избыточно упрощена — в ней даже не учитывается давление воды и воздуха. В формулы (2) и (3) входят значения верхнего $p_{\max}$ и нижнего $p_{\min}$ уровней давления воды в системе, давления воздуха внутри гидробака. При этом сложно оценить, на каких положениях основаны указанные формулы. Неясно, например, что означают коэффициенты 16,5 и K.

В частности, согласно пояснениям к уравнению (3), значение K тем больше, чем больше мощность подающего насоса: от $K = 0{,}25$ при мощности насоса 0,75–1,50 кВт до $K = 0{,}875$ при мощности 6,71–9,0 кВт. Можно признать логичным, что с ростом мощности насоса увеличивается и требуемый объём гидробака, но опять же неясно, на чем основана данная зависимость. По сути, формулы (2) и (3) в большей степени эмпирические.

Выражения (2) и (3) объединяет также то, что значения давления воды в них представлены в степени «1», что предполагает протекание в воздушной подушке гидробака изотермического процесса, при котором теплообмен с окружающей средой при изменении объёма и давления происходит достаточно быстро, а температура остаётся практически постоянной.

Однако бак-гидроаккумулятор в силу своей конструкции является достаточно замкнутой системой, где получение теплоты извне и её отдача во внешнюю среду весьма затруднены, что позволяет считать его работу более близкой к другому газовому процессу — адиабатическому, при котором система практически не обменивается теплотой с окружающим пространством. Уравнение адиабатического процесса записывается как:

$$pW^k = \text{const}, \qquad (4)$$

где k — показатель адиабаты, для сухого воздуха $k = 1{,}4$.

В сети Интернет можно встретить [2] следующее уравнение для расчёта объёма гидробака W на основе адиабатического процесса:

$$W = \frac{\Delta W}{\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{0{,}714} - \left(\frac{p_0}{p_2}\right)^{0{,}714}}, \qquad (5)$$

где p_0 — давление газа; p_1 — нижний уровень давления воды; p_2 — верхний уровень давления воды; ΔW — объём аккумулируемой воды.

По мнению автора, выражение (5) достаточно адекватно описывает работу бака-гидроаккумулятора, но нуждается в некоторых поправках и разъяснениях. Например, что значит «объём аккумулируемой воды»? Или что понимать под объёмом гидробака W — полный объём бака, включая объём, заполненный воздухом, либо только объём, занятый водой? Возможно, именно вследствие не вполне понятных величин ΔW и W уравнение (5) и не нашло широкого распространения. Следовательно, прежде всего необходимо составить расчётную схему бака-гидроаккумулятора (рис.1).

Как правило, давление газа (воздуха) в баке доводится до уровня 1,5–2 атм (чем больше объём бака, тем больше и устанавливаемое давление воздуха). Обозначим его $p_{г0}$ — исходное давление газа (воздуха). Соответственно, и воздух при созданном изначально давлении $p_{г0}$ займёт объём $W_{г0}$. Изначальные давление и объём воды обозначим как $p_{в0}$ и $W_{в0}$. Поскольку давление отделённых друг от друга эластичной мембраной воздуха и воды в баке в любом случае одинаково, то $p_{г0} = p_{в0}$ (далее будем именовать его как p_0). В свою очередь, общий объём гидробака составит $W = W_{г0} + W_{в0}$.

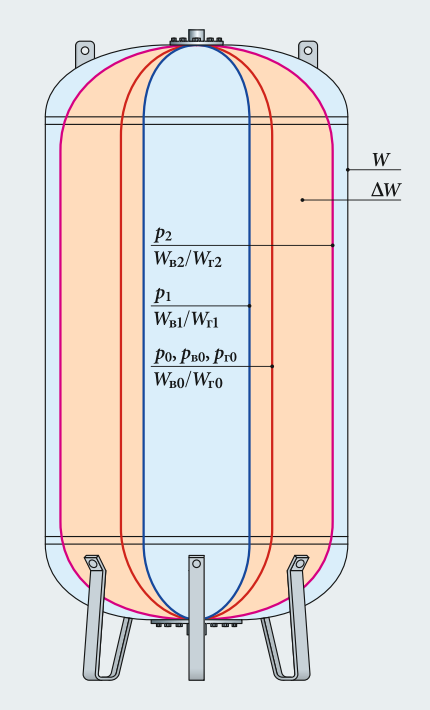


Рис. 1. Расчётная схема бака-гидроаккумулятора (объём воды, ограниченный p_1, соответствует нижнему уровню давления; объём воды, ограниченный p_2, соответствует верхнему уровню давления; объём воды, ограниченный p_0, соответствует изначально созданному давлению воздуха p_0 при равенстве с давлением воды $p_{в0}$; ΔW — рабочий объём бака-гидроаккумулятора)

Здесь необходимо отметить, что соотношение $W_{г0}$ и $W_{в0}$ зависит от конструкции бака, которая задаётся производителем. По имеющимся у автора данным (со слов одного из производителей баков) оно составляет 1:1, то есть по 50% воды и воздуха, хотя, разумеется, оно может быть и другим у иных торговых марок. Отношение объёма воздуха (газа) в баке $W_{г0}$ при давлении p_0 к общему объёму W обозначим как $k_б = W_{г0}/W$. В рассматриваемом случае $k_б = 0{,}5$.

Итак, при давлении воды в системе около 1,5 атм (или несколько ином случае, если в гидроаккумулятор накачано не равное 1,5 атм давление воздуха) вода будет занимать 50% объёма (либо несколько другое, что зависит от производителя данной модели бака).

Если верхний уровень давления p_2 в системе, при котором, как правило, автоматика отключает подающий насос, задан выше давления $p_{г0} = p_{в0} = p_0$ (в нашем случае 1,5 атм), то, согласно (4), соотношение объёмов $W_{г0}$ и $W_{г2}$ будет:

$$p_0 W_{г0}^{1,4} = p_2 W_{г2}^{1,4}. \qquad (6)$$

Верхнее давление p_2 относится, разумеется, и к воде, и к воздуху. Объём газа в баке составит $W_{г2} = W - W_{в2}$, тогда:

$$p_0 W_{г0}^{1,4} = p_2 \left(W - W_{в2}\right)^{1,4} \text{ и}$$

$$\frac{W - W_{в2}}{W_{г0}} = \left(\frac{p_0}{p_2}\right)^{0{,}714}, \qquad (7)$$

где $W_{в2}$ — объём воды в баке при верхнем уровне давления p_2.

Как правило, объём $W_{в2}$ больше, чем $W_{в0}$. Разница объёмов $W_{в2}$ и $W_{в0}$ составит $\Delta W_2 = W_{в2} - W_{в0}$. Условно назовём объём ΔW_2 «верхним». Тогда из (7) получаем:

$$\frac{W - \Delta W_2 - W_{в0}}{W_{г0}} = \left(\frac{p_0}{p_2}\right)^{0{,}714} \text{ и}$$

$$\Delta W_2 = W - W_{г0}\left(\frac{p_0}{p_2}\right)^{0{,}714} - W_{в0}. \qquad (8)$$

Нижний уровень давления p_1 в системе, при котором, как правило, автоматика включает подающий насос, соотносится с давлением p_0 как

$$p_0 W_{г0}^{1,4} = p_1 W_{г1}^{1,4}. \qquad (9)$$

Точно так же, как верхний уровень, нижний уровень давления p_1 относится и к воде, и к воздуху. Объём газа в баке составит $W_{г1} = W - W_{в1}$, тогда:

$$p_0 W_{г0}^{1,4} = p_1 \left(W - W_{в1}\right)^{1,4} \text{ и}$$

$$\frac{W - W_{в1}}{W_{г0}} = \left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{0{,}714}, \qquad (10)$$

где $W_{в1}$ — объём воды в баке при нижнем уровне давления p_1.

Предположим, что объём $W_{в1}$ меньше, чем $W_{в0}$ (хотя вполне возможна обратная ситуация). Разница объёмов $W_{в0}$ и $W_{в1}$ составит $\Delta W_1 = W_{в0} - W_{в1}$. Условно назовём объём ΔW_1 «нижним».

Тогда из (10) получаем:

$$\frac{W - W_{в0} + \Delta W_1}{W_{г0}} = \left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{0,714} \text{ и}$$

$$\Delta W_1 = -W + W_{г0}\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{0,714} + W_{в0}. \qquad (11)$$

Разумеется, в зависимости от условий давление p_1 может быть больше или меньше p_0 — тогда и объём $W_{в1}$ будет соответственно больше или меньше $W_{в0}$. Аналогично можно сказать и о соотношении p_2 и p_0.

Объём ΔW, который можно назвать рабочим объёмом гидробака, складывается из «верхнего» и «нижнего» объёмов: $\Delta W = \Delta W_2 + \Delta W_1$, тогда:

$$\Delta W = W - W_{г0}\left(\frac{p_0}{p_2}\right)^{0,714} - W_{в0} - W + \qquad (12)$$

$$+ W_{г0}\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{0,714} + W_{в0} = W_{в0}\left[\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{0,714} - \left(\frac{p_0}{p_2}\right)^{0,714}\right].$$

Отсюда

$$\Delta W = k_б W\left[\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{0,714} - \left(\frac{p_0}{p_2}\right)^{0,714}\right]. \qquad (13)$$

Таким образом, рабочий объём гидробака ΔW для данной модели и типоразмера прямо зависит от предварительно накаченного в бак давления p_0, верхнего и нижнего уровней давления воды p_2 и p_1.

Как известно, подавляющее большинство насосов имеет ограниченное допустимое количество пусков в час. При расчётном расходе в системе водоснабжения Q (о котором речь пойдёт ниже) и допустимом количестве пусков насоса n требуемый запасной объём воды должен быть не менее nQ.

Приравняв nQ к ΔW, получим:

$$nQ = \Delta W = k_б W\left[\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{0,714} - \left(\frac{p_0}{p_2}\right)^{0,714}\right], \qquad (14)$$

$$\text{или } W = \frac{nQ}{k_б\left[\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{0,714} - \left(\frac{p_0}{p_2}\right)^{0,714}\right]}. \qquad (14а)$$

Уравнения (14) и (14а) связывают, таким образом, все основные показатели работы системы водоснабжения с баком-гидроаккумулятором:

- конструктивную особенность бака, которая выражается коэффициентом $k_б$, учитывающим отношение объёма газа (воздуха) к полному объёму бака при равенстве изначально накаченного давления воздуха в баке p_0 и давления воды в системе $p_{г0}$;
- давление воздуха p_0, изначально созданное в баке;
- верхний p_2 и нижний p_1 уровни давления воды в системе;
- рабочий объём бака ΔW;
- общий объём бака W;
- допустимое количество пусков насоса в час n;
- расчётный расход Q.

Выражения (14) и (14а) не учитывают сопротивление самой резиновой мембраны, которая обычно изготавливается из различных видов резины или EPDM.

Учёт сопротивления резиновой мембраны весьма затруднён вследствие значительного изменения модуля упругости резины или каучука при деформации. Оценить влияние мембраны возможно с помощью поправочного коэффициента

Учёт данного параметра весьма затруднён вследствие значительного изменения модуля упругости резины или каучука при деформации. Оценить влияние мембраны возможно, по-видимому, с помощью поправочного коэффициента, определяемого путём натурных наблюдений за работой бака-гидроаккумулятора. При этом более или менее адекватно должен быть описан основной процесс работы гидроаккумулятора, который, по мнению автора, наиболее близок к адиабатическому газовому процессу.

Если провести оценку объёма бака-гидроаккумулятора, исходя из выражений (2), (3), (14) и (14а), то возникает вопрос: в какой размерности следует подставлять значение расхода воды (вопроса относительно размерности давления не возникает, так как во всех указанных выражениях величины p делятся друг на друга)? Можно принять размерность для расхода воды в л/мин., как рекомендуется в пояснениях к формулам (2) и (3), рассмотрев получающиеся значения W на примере. Исходные данные для примерного расчёта приведены в табл. 1.

Примем изначально накаченное в бак давление воздуха равным $p_0 = 1,5$ атм. Расчётный расход Q_{max} примем равным 5 м³/ч, что соответствует 1,4 л/с или 83,3 л/мин., что является, в общем, небольшим расходом воды.

Значения давления p_{max} (p_2) и p_{min} (p_1) рассмотрим по трём вариантам:

1. p_{max} (p_2) > p_0, p_{min} (p_1) < p_0;
2. p_{max} (p_2) > p_0, p_{min} (p_1) > p_0;
3. p_{max} (p_2) < p_0, p_{min} (p_1) < p_0.

Результаты расчётов объёма бака-гидроаккумулятора, согласно (2), (3) и (14а) приведены в табл. 2.

Столь большой разброс полученных значений объёма бака-гидроаккумулятора указывает, очевидно, на несовершенство расчётной модели. Это несовершенство, как можно предположить, связано с тем, какие расходы воды следует подставлять в расчётные формулы, а также с тем, какие технологические задачи вообще решаются с помощью бака-гидроаккумулятора. На первый взгляд ответ очевиден: бак-гидроаккумулятор предназначен для снижения количества пусков подающего насоса.

Однако при каких ситуациях необходимость снижения количества пусков насоса наиболее актуальна? Маловероятно, чтобы такая необходимость наблюдалась в период наибольшего водопотребления, когда подающие насосы работают почти постоянно и с максимальной частотой вращения двигателей, если речь идёт об агрегатах с частотными преобразователями. Наоборот, если водопотребление незначительное, бак-гидроаккумулятор становится весьма полезным, ведь самые малые объёмы воды, забранной из водопровода потребителем, могут резко снизить давление в трубопроводной системе, чем вызвать автоматическое включение подающего насоса. То же самое можно сказать и об утечках из труб, которые аналогичным образом снижают давление в системе и вызывают автоматическое включение насосных агрегатов. Следовательно, перед выбором типоразмера бака-гидроаккумулятора нужно определить, какой

Данные для примерного расчёта объёма бака-гидроаккумулятора табл. 1

Показатель	Коэффициент, зависящий от мощности насоса K	Количество пусков насоса a или n	Отношение объёма воздуха $W_{го}$ к общему объёму W бака при $p_0 - k_б$
Значение	0,3	4	0,5

Расчёт объёма бака-гидроаккумулятора по формулам (2), (3) и (14а) табл. 2

p_{max} (p_2), атм	p_{min} (p_1), атм	W по формуле (2), л	W по формуле (3), л	W по формуле (14а), л
3,5	1,2	36	418	1063
3,5	2,5	131	2004	4494
1,2	0,8	82	550	1692

расчётный расход будет данный бак компенсировать, и каков располагаемый рабочий объём бака ΔW будет при заданных значениях p_0, p_2 и p_1.

При этом типовой ряд баков-гидроаккумуляторов не так уж велик. Например, у известной торговой марки Zilmet представлены баки объёмом 24, 35, 50, 60, 80, 100, 200, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 и 5000 л.

В нормативных документах [3–5] показаны расчёты максимального секундного, максимального, среднего, минимального часового расходов. Примечательно, что в более новом СП 30.13330 в отличие от СНиП 2.04.01–85* отсутствует расчёт максимального секундного расхода в зависимости от вероятности действия сантехнических приборов, что, разумеется, говорит не в пользу нормативных документов, принятых в постсоветское время.

Покажем возможный порядок расчёта системы водоснабжения с баком-гидроаккумулятором на примере. Например, в посёлке проживает 300 человек, норма водопотребления при централизованном горячем водоснабжении составляет 250 л/сут. на человека. Среднесуточный расход, следовательно, составляет 75 м³/сут. Коэффициент максимальной суточной неравномерности $K_{max.сут}$, согласно [5], примем 1,2; максимальный суточный расход будет $Q_{max.сут}$ = 90 м³/сут. Коэффициент минимальной часовой неравномерности $K_{ч.min}$ определяется как произведение коэффициента α_{min}, учитывающего степень благоустройства зданий (α_{min} = 1,3), и коэффициента β_{min}, учитывающего число жителей в населённом пункте (β_{min} = 0,03). Тогда средний часовой расход составит $Q_{ср.ч}$ = 3,75 м³/сут., минимальный часовой расход — 0,146 м³/ч = 0,041 л/с.

Предположим, что для системы водоснабжения указанного посёлка предусмотрены верхний уровень давления p_2 = 2,7 атм., нижний уровень давления p_1 = 2,2 атм. Тогда, согласно выражению (14), при давлении p_0 = 1,5 атм рабочий объём ΔW для бака объёмом 100 л составит 5,2 л, для бака 300 л — 15,5 л, для бака 500 л — 25,9 л и т.д. Следовательно, время сработки объёма ΔW при минимальном расходе 0,041 л/с (при переводе из 0,146 м³/ч) составит 127 с (2,1 мин.), 378 с (6,3 мин.) и 632 с (10,5 мин.).

Разумеется, представленный расчёт времени сработки рабочего объёма ΔW носит приблизительный характер, потому что, во-первых, в расчёте не учтено влияние сопротивления мембраны; во-вторых, расчётный расход (в данном случае минимальный часовой, выраженный в л/с) не может быть неизменным продолжительное время. Кроме того, следует признать, что у автора не было возможности проверить, насколько точно работает выражение (14) в реальных условиях. Возможно, проверка данной формулы будет темой какой-либо исследовательской работы. Постановка опыта представляется несложной: необходимо зафиксировать изменение (снижение) давления на манометре гидробака и отслеживать по показаниям водомера объём воды, выталкиваемой из бака-гидроаккумулятора в трубопроводную систему.

Нужно сказать, что такое устройство, как бак-гидроаккумулятор, необходимо при довольно простой автоматизации без частотного преобразователя для электродвигателя насоса с использованием реле давления, которое просто включает насос при падении давления до нижнего уровня (давление p_1) и отключает при росте давления до верхнего уровня (давление p_2). Понятно, что без гидроаккумулятора падение давления от p_2 до p_1 произойдёт намного быстрее, чем без бака.

При использовании частотного преобразователя явная необходимость применения бака-гидроаккумулятора неочевидна, так как есть возможность вовсе не выключать подающий насос. Для этого в шкафу управления с частотным преобразователем следует установить так называемый «спящий» режим, когда требуемое максимальное давление при отсутствии водопотребления поддерживается минимально возможной для данного типа насоса частотой тока электродвигателя, например, 17–20 Гц. Однако такое решение, несомненно, связано с повышенным расходом электроэнергии.

Возможен и другой вариант, позволяющий снизить количество пусков насоса при одновременном использовании частотного преобразователя и бака-гидроаккумулятора: с помощью шкафа управления можно увеличить время задержки выключения подающего насоса при достижении требуемого максимального давления и частоты тока 50 Гц. В результате за данный промежуток времени давление поднимается несколько выше установленного верхнего уровня p_2, что создаёт определённый запас давления и объёма воды, который будет срабатываться при последующем водопотреблении или за счёт утечек.

На практике встречаются примеры, когда несколько баков-гидроаккумуляторов присоединяют к одному трубопроводу, образуя своеобразную «батарею» из баков, ради увеличения общего регулирующего объёма.

По аналогии с баком-гидроаккумулятором применение таких вроде бы морально устаревших сооружений, как водонапорные башни, вполне может быть оправдано даже при использовании частотного преобразователя для погружного скважного насоса. Вполне возможно, что при использовании водонапорных башен экономия электроэнергии будет значительней, чем при использовании баков-гидроаккумуляторов. Но подтвердить данное предположение могут только практические исследования.

Выводы

1. Общей формулой для расчёта объёма баков-гидроаккумуляторов для небольших насосных станций второго подъёма и прямоточных схем водоснабжения может, по мнению автора, служить следующее выражение:

$$nQ = \Delta W = k_6 W\left[\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{0,714} - \left(\frac{p_0}{p_2}\right)^{0,714}\right],$$

основанное на уравнении адиабатического газового процесса. Правомерность данного уравнения необходимо проверить практическими исследованиями.

2. Для адекватного подбора бака-гидроаккумулятора необходимо определиться с расчётным расходом, который будет компенсироваться рабочим объёмом бака ΔW. Рабочий объём бака ΔW определяется общим объёмом бака W, его конструктивными особенностями, давлением воздуха p_0, изначально накаченным в бак, верхним p_2 и нижним p_1 уровнями давления воды в системе.

3. Баки-гидроаккумуляторы для насосных станций второго подъёма и прямоточных схем, как правило, требуются в небольших системах водоснабжения с подающими насосами без частотного регулирования.

1. Рушников А.Ю. Гашение гидравлических ударов с помощью бака-гидроаккумулятора при заборе воды из скважины // Журнал СОК, 2015. №3. С. 46–51.
2. Применение гидроаккумуляторов и подбор их размера. ПКЦ «Кинематика». Режим доступа: cros-tech.com. Дата обращ.: 10.06.2020.
3. СНиП 2.04.01–85*. Внутренний водопровод и канализация зданий. — М.: ГУП ЦПП, 2003.
4. СП 30.13330. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализ. ред. СНиП 2.04.01–85* (с Попр., с Изм. №1).
5. СП 31.13330. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализ. ред. СНиП 2.04.02–84* (с Изм. №1–4).

Эффективность и качество под маркой «Сделано в России»

Для Fondital Россия является чрезвычайно важным и ценным рынком, который имеет для компании и большое историческое значение. Именно благодаря такому сотрудничеству стимулируется взаимный рост, направленный в будущее, которое во всех отношениях представляется многообещающим.

Итальянская компания Fondital была учреждена в 1970 году и сегодня является одним из мировых лидеров в области производства систем отопления. Изначально компания занималась производством радиаторов, но затем расширила ассортимент своей продукции котлами, а сегодня выходит на новый для себя автомобильный рынок. Деятельность Fondital всегда была ориентирована на глобальный рынок. Сеть продаж и команда технических специалистов компании позволяют предоставлять продукты и услуги, диверсифицируя предложение и эффективно реагируя на потребности различных рынков. Особое внимание уделяется российскому рынку, на котором Fondital представлена с 1992 года, причем сотрудничество компании с Россией непрерывно усиливалось, кульминацией чего стало строительство новой производственной площадки в Липецкой области.

Реализация этого проекта началась в 2016 году, он потребовал первоначальных вложений в размере €20 млн. За период с 2020 по 2022 годы общая сумма инвестиций достигнет €30 млн. За эти два года планируется расширить площадь с 15 тыс. м^2 до 25 тыс. м^2 и увеличить штат до 200 работников.

Целью компании Fondital всегда было предоставление качественных изделий и услуг, которые наилучшим образом отвечают потребностям клиентов. Такой подход усиливает положение компании на рынке и устанавливает её долгосрочные и плодотворные отношения с её партнёрами.

Непрерывные инвестиции в исследования и разработки позволили создать полный ассортимент, включающий различные продукты, способные удовлетворить самые разнообразные потребности. Что касается радиаторов, производимых непосредственно в Липецке, то предлагаются высокотехнологичные модели Exclusivo, B4 и D3, защищённые тремя патентами, а также Ardente C2, которая в особенности подходит для низкотемпературных систем отопления. В ассортименте представлена также историческая модель Calidor Super B4, которая благодаря особым боковым рёбрам обеспечивает ещё более высокую мощность.

Здание фабрики компании Fondital S.p.A. в ОЭЗ ППТ «Липецк»

Вся продукция Fondital сертифицирована в соответствии с действующими нормативами, а декларируемые данные проверены в соответствии со строгими стандартами по определению фактической производительности и характеристик

Именно с Calidor — одного из первых алюминиевых радиаторов, импортируемых в Россию, — началось сотрудничество с Fondital.

Предлагаемый ассортимент завершает Alustal. Биметаллический радиатор благодаря особой водяной камере позволяет избежать коррозии, что делает радиатор неподвластным воздействию времени. Вследствие того, что внутренняя часть изготовлена из стали, теплоноситель находится в контакте только с одним типом металла, обеспечивая стойкость к высокому давлению и коррозии.

Все радиаторы Fondital изготовлены из алюминия — материала с исключительными техническими свойствами, который благодаря своей низкой тепловой инерции позволяет снизить потребление энергии и сэкономить ресурсы.

В ассортименте котлов представлены модели Antea и Formentera в вариантах CTFS, CTN, RBTFS и RTFS. Модель Formentera предлагается в вариантах RBTN и RTN, пользовательский интерфейс в которых реализован в виде сенсорного экрана. Как и всех остальные модели Formentera, эти варианты доступны потребителям в исполнениях на 24 и 28 кВт. Наконец, предлагается новая модель Minorca CUP — компактный котёл с медным теплообменником, который допускается устанавливать при наличии более агрессивного теплоносителя.

Все продукты Fondital сертифицированы в соответствии с действующими нормативными правилами, а декларируемые данные проверены в соответствии со строгими стандартами по определению фактической производительности и прочих характеристик. Сделано это для обеспечения «прозрачности» изделий и честности по отношению к потребителю. Fondital в сотрудничестве с ответственными российскими и международными организациями прилагает много усилий по продвижению инициатив, направленных на поддержание качества и целостности марки «Сделано в России». Всё это делается для того, чтобы иметь возможность противодействовать подделкам и прочим несоответствиям, которые могут нанести ущерб ценности бренда Fondital.

Для Fondital Россия является чрезвычайно важным и ценным рынком, который имеет для компании и большое историческое значение. Именно благодаря такому сотрудничеству стимулируется взаимный рост, направленный в будущее, которое во всех отношениях представляется многообещающим.

www.fondital.com

fondital
BE INNOVATIVE

fondital_rus_2
fondital_lipetsk_3

1970 - 2020

ПЯТЬДЕСЯТ ЛЕТ УСПЕХА

ОТКРОЙТЕ ДЛЯ СЕБЯ АССОРТИМЕНТ ПРОДУКЦИИ FONDITAL

КОТЛЫ

РАДИАТОРЫ

На правах рекламы.

ПРОГРАММА FONDITAL LEAGUE: НАГРАЖДАЕМ ЛУЧШИХ МОНТАЖНИКОВ ПРОДУКЦИИ FONDITAL

fondital League

Стройка в условиях эпидемии: новые технологии помогут наверстать упущенное время

По странному стечению обстоятельств начало эпидемии COVID-19 в России совпало с завершением отопительного сезона на большей части территории страны. Как правило, именно в это время или чуть позже на многих стройках начинается монтаж тепловых пунктов, которые должны быть запущены к старту следующего отопительного сезона в сентябре-октябре. Однако в условиях эпидемии и связанных с ней ограничений сделать это будет куда сложнее обычного, а значит сроки сдачи объектов находятся под угрозой. Выход — в оптимизации монтажных процессов и переносе значительной части монтажных работ на удалённые производственные площадки.

Автор: Дмитрий ШКОЛЬНИКОВ

Обстоятельства наступают на пятки строителям

По словам ответственного за стройкомплекс вице-премьера Марата Хуснуллина, выход строек на рабочий режим займёт два-три месяца после прохождения пика эпидемии COVID-19, а она в первой половине мая ещё даже не выходила на плато. То есть реальной становится угроза срыва сроков сдачи многих объектов. В нынешней экономической ситуации это нанесёт серьёзный ущерб и без того несущей потери строительной отрасли.

«Есть определённый регламент выполнения строительных работ. Как правило, монтаж инженерных систем, включая и тепловые пункты, начинается на этапе высокой стройготовности объекта, непосредственно перед выполнением отделочных работ. Производить их в неотапливаемых помещениях нельзя, поэтому очень важно запустить тепло вовремя, в противном случае придётся всё отложить и стройка встанет. Монтаж ИТП занимает примерно три-четыре месяца, поэтому его как раз и начинают в апреле-мае, ведь систему ещё нужно будет сдать комиссии. Но сейчас драгоценное время уходит прямо на глазах, плюс неизбежно возникнет проблема дефицита кадров из-за эпидемии», — объясняет Алексей Гурьянов, генеральный директор компании «ОМП-Инжиниринг», которая проектирует, производит и монтирует тепловые пункты, холодильные центры и насосные станций высокой степени заводской готовности.

Помимо собственно проблемы сроков у монтажных и строительных организаций появляется еще одна: необходимо обеспечить безопасность выполнения работ в условиях повышенной эпидемиологической угрозы. Как это сделать на реальной стройке, сегодня не представляют себе даже видавшие виды специалисты.

«Тот, кто хотя бы раз был на стройке, понимает, что требования соблюдения социальной дистанции здесь невозможно обеспечить. Главное на стройке — это техника безопасности. Если эти два требования приходят в противоречие, то технику безопасности нужно соблюдать в первую очередь», — говорит председатель центрального комитета профсоюза трудящихся мигрантов Ренат Каримов.

Помимо проблемы сроков у монтажных и строительных организаций появляется еще одна: необходимо обеспечить безопасность выполнения работ в условиях повышенной эпидемиологической угрозы

Оптимизация монтажных процессов

Альтернативой традиционному подходу к организации монтажных работ на объекте строительства является их перенос на удалённую производственную площадку, где изготавливают готовые к монтажу и сопряжению друг с другам элементы теплового пункта для последующей установке на объекте.

«При должном уровне организации производства и проектирования оптимизация монтажных процессов позволяет обеспечить степень заводской готовности ИТП не менее 60–80 процентов, а при роботизации некоторых цеховых операций — до 90 процентов. Таким образом, непосредственно на объекте остаётся выполнить самый минимум работ, и там, где раньше было нужно два-три месяца, теперь уходит всего пара недель», — объясняет Алексей Гурьянов («ОМП-Инжиниринг»).

Как отмечает эксперт, для применения такой технологии выполнения монтажных работ необходимо обеспечить собираемость системы на объекте, а это невозможно без точного и качественного проектирования и высокой степени точности изготовления деталей теплового пункта. Поэтому в компании отказались от применения традиционных для отечественных проектировщиков программных средств и используют систему машиностроительного конструирования Solid Works. Она позволяет сформировать рабочий чертёж каждой отдельной детали, построить точную 3D-модель ИТП с учётом и особенностей его пространственной компоновки в объёме имеющегося технического помещения теплового узла и подготовить монтажный проект для проведения завершающей стадии работ на объекте.

«Фактически монтажные работы мы начинаем сразу после утверждения проектной документации, даже если сам объект к ним ещё не готов или вообще закрыт на карантин. К моменту выхода стройки на рабочий режим большая часть операций будет уже выполнена в цеху. В частности, всё трубное производство и практически весь объём сварочных работ в диапазоне диаметров до 600 мм. Для этого используются системы плазменной резки труб, полуавтоматические сварочные посты (сейчас мы работает над роботизацией этого производственного участка), трубогибочные станки, покрасочно-сушильные камеры и прочее», — поясняет эксперт.

Перед отгрузкой на объект аттестованные НАКС технологи проводят ВИК-контроль элементов трубопроводов и сварных соединений, а также промежуточные гидравлические испытания на опрессовочном стенде собственной разработки компании. При необходимости производится выборочный ультразвуковой либо рентген-контроль отдельных узлов теплового пункта в аттестованной лаборатории.

Безопасность на всех этапах работ

Перенос большей части производственных операций в цех позволяет не только решить проблему сроков, но и обезопасить персонал в период эпидемии. Поскольку люди работают в условиях автономного производства, количество их контактов остаётся постоянным, что минимизирует риск заражения. Кроме того, каждый день в цеху ответственный сотрудник справляется о состоянии здоровья персонала и измеряет температуру.

На завершающей стадии (финальной сборке ИТП) в этот процесс будет вовлечено минимальное число монтажников

На рабочих местах используются средства дезинфекции, а расстояние между ними значительно превышает необходимые 1,5 м. Благодаря этому производство может работать даже в условиях эпидемии.

На завершающей стадии, когда потребуется выполнить финальную сборку ИТП на стройплощадке, в этот процесс будет вовлечено минимальное число монтажников. Таким образом, новый подход к монтажу инженерных систем позволяет решить обе проблемы, с которыми российская строительная индустрия столкнулась весной 2020 года: обеспечит своевременный ввод в эксплуатацию тепловых пунктов и соблюдение новых форс-мажорных требований по гигиене и санитарной безопасности производства.

Фото 1. Воздушное отопление автосервиса на газовых воздухонагревателях

Навесные газовые воздухонагреватели

Навесные газовые воздухонагреватели (теплогенераторы, генераторы тёплого воздуха) — самый распространённый тип газовых обогревателей за рубежом. При наличии возможности их применения они обеспечивают наименьшие капитальные и эксплуатационные затраты, при этом не требуя специальных помещений для своего размещения, и не занимают место на полу в рабочей зоне.

В Западной Европе ежегодно устанавливаются десятки тысяч навесных газовых воздухонагревателей. Они наиболее популярны в Бельгии, Великобритании, Италии, Нидерландах, США, Франции. Например, согласно данным итальянской Ассоциации производителей бытовой техники и комплектующих для систем отопления (Associazione produttori apparecchi e componenti per impianti termici, Assotermica), в 2006 году в Италии было установлено 12 650 навесных газовых воздухонагревателей мощностью 35–40 кВт. Это, конечно, не только установка обогревателей на новых объектах, но и замена старых агрегатов на новые…

Профильные объекты — от кафе, гаражей, спортзалов и до огромных производственных цехов.

Данные обогреватели обеспечивают наиболее быстрый обогрев помещения после нерабочего периода, а также исключают опасность разморозки и протечки.

Эффективность теплоотдачи продуктов горения (КПД) на максимальной мощности находится в пределах от 90 до 93 %. Наибольший КПД достигается при работе горелки на минимальной мощности. При значительном охлаждении газового теплообменника (в конденсатном режиме) КПД по низшей теплотворности превышает 100 %.

Для сравнения реальный коэффициент полезного действия системы с котельной:

КПД системы = КПД котла × × КПД теплообменника × КПД теплотрассы × КПД водяного калорифера (радиатора) = 0,85 × 0,95 × 0,9 × 0,9 = = 0,65, то есть 65 %.

Это для наилучших условий без учёта износа оборудования и старых теплотрасс. Реально эта цифра составляет от 40 до 50 %. Если рассматривать современную локальную/автономную котельную, то можно исключить КПД теплообменника теплового пункта. Тогда коэффициент полезного действия системы составит величину 0,85 × 0,9 × 0,9 = 69 % — это идеальное значение.

Эффективность теплоотдачи продуктов горения (коэффициент полезного действия) на максимальной мощности находится в пределах от 90 до 93 %. Наибольший КПД достигается при работе горелки на минимальной мощности. При значительном охлаждении газового теплообменника (в конденсатном режиме) КПД по низшей теплотворности превышает 100 %

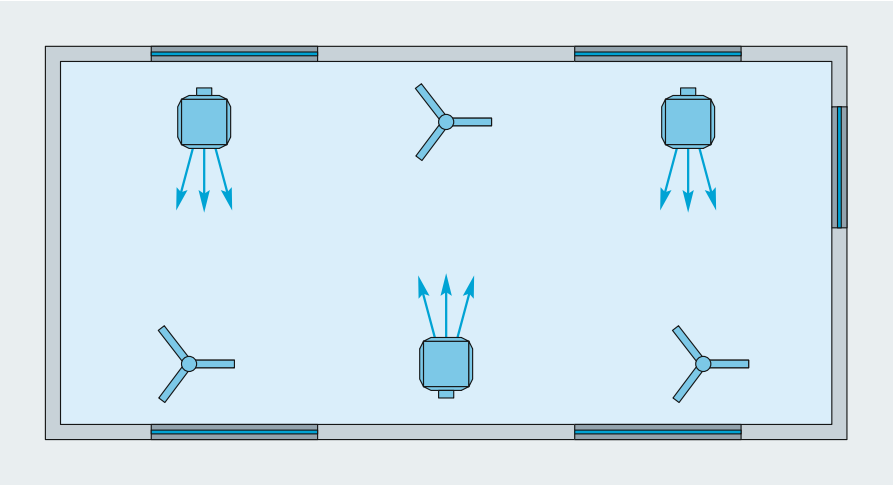


Рис. 1. Схема размещения потолочных вентиляторов

Автор: Д.П. ЛОСЕВ, инженер, генеральный директор ООО «Лосев»

Есть два варианта эффективного применения газовых навесных воздухонагревателей, обеспечивающих минимальное температурное расслоение по высоте помещения:

1. Совместно с навесными воздухонагревателями, укомплектованными одноступенчатыми/двухступенчатыми горелками, использовать потолочные вентиляторы. Рекомендуется размещать вентиляторы напротив воздухонагревателей, так сказать, в конце их воздушной струи. Необходимо в обязательном порядке размещать какое-то количество вентиляторов в самом высоком месте помещения. В этом случае не важно, на какой высоте размещаются воздухонагреватели (от 3 от 10 м, рис. 1).

2. Использовать конденсационные газовые воздухонагреватели. Данные агрегаты имеют самый широкий диапазон модуляции тепловой мощности. На нижнем уровне мощности обеспечивается наибольший КПД (более 100% по низшей теплотворности) за счёт конденсации продуктов сгорания внутри теплообменника воздухонагревателя. При этом степень нагрева воздуха Δt также минимальна и составляет 7–9 °С (против нагрева на 25–30 °С на максимальной мощности), что обеспечивает наилучшее перемешивание воздушной струи с воздухом в помещении. Обеспечивается температурное расслоение по высоте — лучшее, чем при лучистом отоплении. Производители конденсационных воздухонагревателей говорят об отсутствии необходимости использования дополнительных потолочных вентиляторов. Рекомендуемая высота установки таких изделий составляет 3–4 м. У некоторых производителей опционально возможно размещение воздухонагревателей под углом — для раздачи воздуха более наклонными воздушными струями (фото 2).

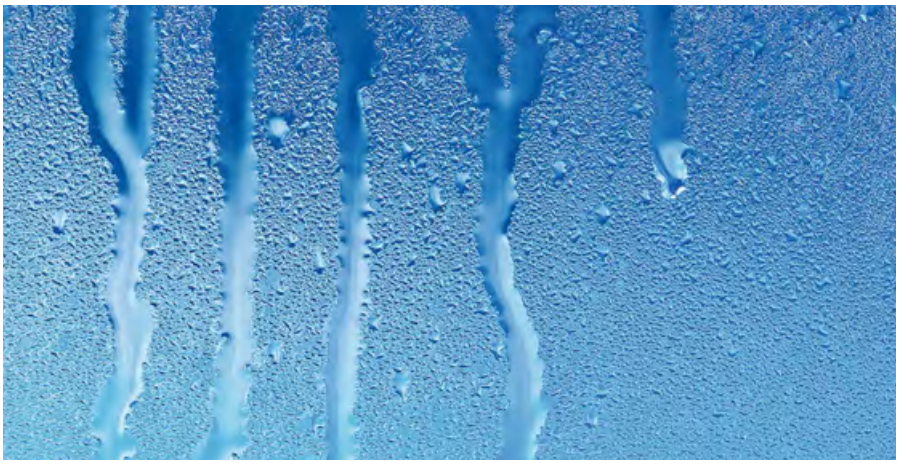
Фото 2. Газовый воздухонагреватель, смонтированный под углом

Рекомендуется (при использовании без дестратификаторов) монтировать газовые воздухонагреватели под потолком на высоте до 8–10 м с подачей воздуха нисходящими струями

Голландские производители навесных воздухонагревателей рекомендуют при использовании их без дестратификаторов монтировать свои изделия под потолком на высоте до 8–10 м с подачей воздуха нисходящими струями. Данные воздухонагреватели имеют в комплекте систему контроля разности температур воздуха между штатным термостатом, установленным в рабочей зоне, и датчиком температуры на входе в воздухонагреватель. Даже при отсутствии запроса на нагрев помещения вентилятор воздухонагревателя будет работать с переменной производительностью для перемешивания воздуха в помещении до достижения установленной разницы температур.

Особенностью применения конденсационных газовых воздухонагревателей является необходимость организовывать слив конденсата продуктов сгорания (водородный показатель pH ≈ 3,5) в канализацию или дренаж (фото 3).

Фото 3. Конденсационный газовый воздухонагреватель



Аналитический расчёт параметров состояния влажного воздуха в специальной схеме обработки притока

Рецензия эксперта на статью получена 08.07.2020 [Expert review on the article received on July 8, 2020].

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) в нашей стране обеспечивает почти четверть её ВВП, привлекает порядка трети инвестиций и формирует около 40% доходной части федерального бюджета. Поэтому необходимо уделять серьёзное внимание инфраструктуре топливно-энергетического комплекса, который, в свою очередь, должен гарантировать всем предприятиям и каждому гражданину нашей страны надёжный и качественный доступ к энергоресурсам. В этой связи 2 апреля 2020 года на заседании Правительства РФ был рассмотрен и одобрен проект «Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года». В разделе данного документа, касающемся энергосбережения и энергоэффективности, констатируется снижение энергоёмкости ВВП на 9,3% с 2008 по 2018 годы. Однако вместе с тем отмечается, что в нашей стране ещё имеется большой потенциал энергосбережения, способный привести к значительному повышению экономической эффективности проектов. Кроме того, развитие энергосбережения будет содействовать дальнейшему уменьшению энергоёмкости ВВП, что, в свою очередь, ведёт к росту уровня качества жизни населения [1–6]. Аналогичные данные приводятся также в ряде зарубежных публикаций, например, [7–8].

В то же время капитальные затраты на реализацию инженерных систем кондиционирования воздуха в зданиях составляют порядка 15–20%, а эксплуатационные затраты достигают 60–80% от общих расходов на энергообеспечение здания [9]. В связи с этим в работе [10]

В нашей стране имеется большой потенциал энергосбережения, способный привести к значительному повышению экономической эффективности проектов. Кроме того, развитие энергосбережения будет содействовать дальнейшему уменьшению энергоёмкости ВВП, что, в свою очередь, ведёт к росту уровня качества жизни населения

УДК 697.001:628.8. Научная специальность: 05.23.03.

Аналитический расчёт параметров состояния влажного воздуха в специальной схеме обработки притока

О. Д. Самарин, к.т.н., доцент; **Д. А. Кирушок**, аспирант, преподаватель, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Рассмотрены условия осуществления процесса косвенного испарительного охлаждения притока в прямоточных системах кондиционирования воздуха в тёплый период года при использовании пластинчатого рекуператора в предложенной авторами схеме обработки притока. Дано аналитическое описание изменения состояния воздуха в основных элементах приточно-вытяжной установки и обслуживаемом помещении на основе построения соответствующих процессов в I–d-диаграмме с использованием известных соотношений между параметрами состояния влажного воздуха. Получена теоретическая оценка фактической температуры увлажнённой вытяжки перед рекуператором и поступающего в помещение притока при известных параметрах внутреннего воздуха и наружного климата в рассматриваемом районе строительства. Представлены результаты многовариантных расчётов с использованием найденной зависимости для климатических условий Москвы и оптимальных значений внутренних метеопараметров в соответствии с действующими нормативными документами Российской Федерации.

Ключевые слова: *энергосбережение, энергоёмкость ВВП, кондиционирование воздуха, испарительное охлаждение, параметры внутреннего микроклимата, пластинчатый рекуператор, наружный климат.*

UDC 697.001:628.8. The number of scientific speciality: 05.23.03.

Analytical calculation of parameters of the humid air state in a special flow processing scheme

O. D. Samarin, PhD, Associate Professor; **D. A. Kirushok**, postgraduate student, lecturer, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

The conditions for implementing the process of indirect evaporative cooling of the inflow in direct-flow air conditioning systems in the warm season when using a plate regenerator in the flow treatment scheme proposed by the authors are considered. An analytical description of changes in the air condition in the main elements of the supply and exhaust system and the serviced room is given based on the construction of the corresponding processes in the I–d diagram using the known relations between the parameters of the state of humid air. The theoretical estimation of the actual temperature of the humidified exhaust air in front of the heat exchanger and the incoming inflow to the room at known parameters of the internal air and external climate in the construction area under consideration is obtained. The results of multivariate calculations using the found dependence for the climatic conditions of Moscow and the optimal values of internal meteorological parameters in accordance with the current regulatory documents of the Russian Federation are presented.

Key words: *energy saving, GDP energy intensity, air conditioning, evaporative cooling, indoor microclimate parameters, plate heat exchanger, outdoor climate.*

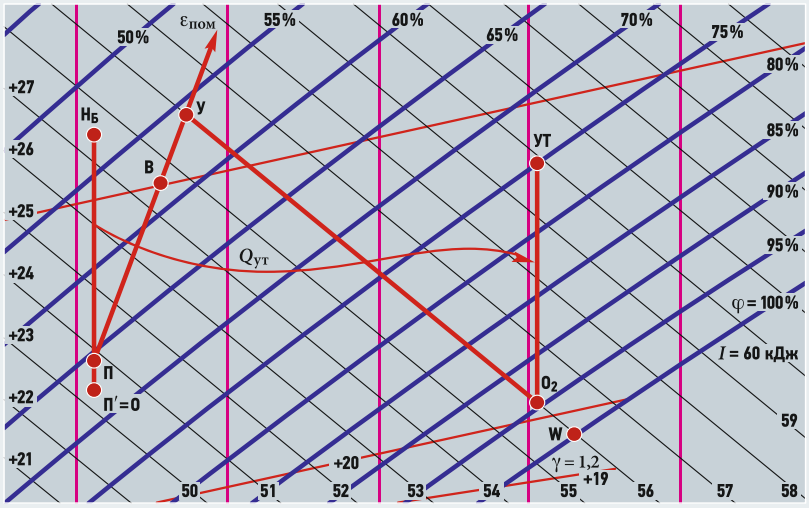


Рис. 1. Изображение на *I–d*-диаграмме процессов в предлагаемой авторами установке

авторами предложена конструкция энергосберегающей установки кондиционирования воздуха с применением косвенного испарительного охлаждения. Идея данной конструкции заключается в том, что приточный воздух, проходя через пластинчатый рекуператор, испытывает в тёплый период года «сухое» охлаждение без увеличения влагосодержания, что существенно расширяет границы применения данной схемы в системах кондиционирования воздуха.

В новых зданиях и сооружениях применяются, как правило, более современные технологические и технические решения, а также к ним предъявляются и более высокие санитарно-эпидемиологические требования

Однако некоторым недостатком такого способа обработки воздуха является то обстоятельство, что состояние притока на выходе из установки в значительной степени зависит от климатических параметров в районе строительства, в первую очередь от температуры, относительной влажности и энтальпии наружного воздуха. Авторами в работе [11] был рассмотрен вопрос о возможности применения косвенного испарительного охлаждения для систем кондиционирования воздуха в пределах Российской Федерации в зависимости от климатических условий различных регионов, и по результатам данного исследования был сделан вывод о том, что схема, описанная в [10], пригодна для реализации на подавляющей части территории нашей страны. Кроме того, нужно учитывать, что в новых зданиях и сооружениях применяются, как правило, более современные технологические и технические решения, а также к подобным зданиям предъявляются ещё и более высокие санитарно-эпидемиологические требования. При этом процессы обработки (перенос теплоты и массы) воздуха в контактных аппаратах являются достаточно сложными, многоступенчатыми, и необходимость их исследования и расчёта сильно затрудняет, а порой делает и невозможным реальное проектирование систем кондиционирования воздуха с учётом ограниченных сроков работ.

Следовательно, при разработке таких систем необходимо иметь широкий диапазон конструктивных решений и иметь возможность рассчитывать многовариантные процессы изменения тепловлажностного состояния воздуха аналитическими и численными методами.

Поэтому авторами предлагается аналитическое решение задачи определения положения на *I–d*-диаграмме основных точек, характеризующих процессы обработки воздуха в предложенной ими схеме, при этом сам процесс обработки воздуха показан на рис. 1 [10].

Параметры основных точек на рис. 1: **Нб** — состояние наружного воздуха (параметры «Б» по СП 131.13330.2018 «Строительная климатология», далее — СП 131); **П′ = О** — точка после пластинчатого теплообменника перед вентилятором; **П** — состояние притока в помещение с учётом подогрева в секции вентилятора на 0,5 °С; **В** — внутренний воздух [температура максимальная, относительная влажность близкая к максимальной из оптимальных в тёплый период года (ТП) по ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»]; **У** — уходящий (вытяжной) воздух из помещения; **W** — предельно возможное состояние уходящего (вытяжного) воздуха после адиабатного увлажнения; **О2** — точка реального положения уходящего воздуха после секции адиабатного охлаждения перед пластинчатым теплообменником; **УТ** — состояние уходящего воздуха после пластинчатого теплообменника.

Используя коэффициент температурной эффективности пластинчатого теплообменника $k_{эф}$, можно найти выражение для температуры притока $t_п$, °С:

$$t_п = t_{Нб} - k_{эф}(t_{Нб} - t_{о2}) + 0{,}5, \qquad (1)$$

где $t_{Нб}$ — расчётная температура наружного воздуха в ТП для рассматриваемого района строительства по параметрам «Б» в соответствии с табл. 4.1 СП 131, °С; $t_{о2}$ — температура вытяжного воздуха перед поступлением в рекуператор после секции адиабатного охлаждения, °С; добавка 0,5 °С учитывает среднюю величину подогрева притока в вентиляторе перед подачей в помещение.

Из выражения для энтальпии влажного воздуха определяем влагосодержание притока $d_п$, г/кг:

$$d_п = d_{Нб} = (I_{Нб} - 1{,}005 t_{Нб})/2{,}49, \qquad (2)$$

где $I_{Нб}$ — расчётная энтальпия наружного воздуха в ТП по параметрам «Б» из СП 131, кДж/кг; $d_{Нб}$ — его влагосодержание, вычисляемое, исходя из значений $t_{Нб}$ и $I_{Нб}$, г/кг; параметр 2,49 представляет собой удельную теплоту испарения воды [кДж/г], а 1,005 — удельную теплоёмкость сухого воздуха, кДж/(кг·К).

Имея в виду, что охлаждение притока в рекуператоре идёт по $d = \text{const}$, и учитывая (1), находим энтальпию притока $I_п$ и уходящего из помещения воздуха $I_у$, кДж/кг:

$$I_п = I_{Нб} - 1{,}005[k_{эф}(t_{Нб} - t_{о2}) + 0{,}5]; \qquad (3)$$

$$I_у = 1{,}005 t_у + 2{,}49 d_у, \qquad (4)$$

где $d_у$ — влагосодержание уходящего воздуха, г/кг; $t_у$ — его температура [°С], которая для кондиционируемых помещений в первом приближении обычно принимается на 1 °С выше температуры в рабочей зоне помещения $t_в$.

Параметры основных точек для процесса обработки воздуха табл. 1

$t_у$, °С	c	$t_{о2}$, °С	$t_п$, °С	$\Delta t = t_у - t_п$, °С
23,0	–949	18,95	21,77	1,23
23,5	–962	19,14	21,90	1,60
24,0	–975	19,33	22,03	1,97
24,5	–989	19,52	22,16	2,34
25,0	–1002	19,71	22,29	2,71
25,5	–1015	19,90	22,41	3,09
26,0	–1029	20,09	22,54	3,46

По определению углового коэффициента луча процесса в помещении $\varepsilon_{пом}$ с учетом (4):

$$\varepsilon_{пом} = \frac{1{,}005 t_у + 2{,}49 d_у - I_н}{d_у - d_н} 10^3. \qquad (5)$$

Отсюда, очевидно:

$$d_у = \frac{d_н + \dfrac{\left(1{,}005 t_у - I_н\right) 10^3}{\varepsilon_{пом}}}{\dfrac{1 - 2{,}49 \times 10^3}{\varepsilon_{пом}}}. \qquad (6)$$

Используя выражение для температуры мокрого термометра через энтальпию влажного воздуха [12], находим:

$$t_{о2} = 4{,}47\sqrt{I_у} - 13{,}33. \qquad (7)$$

Тогда, с учётом (4) и (6) и возводя обе части получаемого выражения в квадрат, после некоторых преобразований получаем искомое соотношение для $t_{о2}$:

$$t_{о2}^2 + b t_{о2} + c = 0, \qquad (8)$$

где коэффициенты b и c вычисляются по формулам:

$$b = 26{,}66 + \frac{20 \times 1005 k_{эф}}{0{,}402 \varepsilon_{пом} - 1000}, \qquad (9)$$

$$c = 177{,}7 - 20 \times 1{,}005 t_у - \qquad (10)$$

$$- \left\{ 20 \times \frac{\dfrac{I_{Нб} - 1{,}005 t_{Нб}}{2{,}49}}{0{,}402 - \dfrac{10^3}{\varepsilon_{пом}}} + 20 \times \right.$$

$$\left. \times \frac{\dfrac{\left[1{,}005 t_у - I_{Нб} + 1{,}005 \times \left(k_{эф} t_{Нб} + 0{,}5\right)\right] \times 10^3}{\varepsilon_{пом}}}{0{,}402 - \dfrac{10^3}{\varepsilon_{пом}}} \right\},$$

(здесь $0{,}402 = 1/2{,}49$; $26{,}66 = 13{,}33 \times 2$; $177 = 13{,}33^2$; $20 = 4{,}47^2$).

Отсюда, очевидно, $t_{o2} = 0{,}5\left(-b + \sqrt{b^2 - 4c}\right)$ после чего, при необходимости, величину $t_п$ можно найти по выражению (1). Данный алгоритм достаточно просто реализуется с помощью электронных таблиц Excel.

В качестве примера приведём результаты многовариантных расчётов по полученной методике для климатических условий Москвы: **$Н_Б$** (наружный воздух по параметрам «Б»): температура $t_{Н_Б} = +26\,°C$, энтальпия $I_{Н_Б} = 54{,}4$ кДж/кг по СП 131; при значении $\varepsilon_{пом} = 10\,000$ кДж/кг и среднем коэффициенте температурной эффективности пластинчатого теплообменника $k_{эф} = 0{,}67$ находим $b = 31{,}12$. После этого, задаваясь величиной $t_у$ в диапазоне от +23 до +26 °C в соответствии с возможным уровнем $t_в$ в пределах от +22 до +25 °C, получаем значения остальных интересующих нас параметров, приведённые в табл. 1.

Очевидно, что, чем выше выбранная величина $t_в$ и чем она ближе к верхнему пределу оптимального диапазона для ТП в соответствии с требованиями ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях», тем больше получается достигаемая разность температур притока и уходящего воздуха $t_у - t_п$ и, следовательно, тем меньше будет требуемый воздухообмен в помещении для ассимиляции тепловлагопоступлений. Поэтому при использовании предлагаемой схемы обработки воздуха в ТП параметры внутреннего микроклимата следует принимать на максимально возможном уровне, допускаемом условиями комфортности.

Таким образом, разработанная методика действительно позволяет проводить аналитическую оценку состояния воздуха в основных точках процесса обработки притока с косвенным испарительным охлаждением в пластинчатом рекуператоре в ТП и проводить многовариантные расчёты с целью выявления оптимальных режимов функционирования схемы и возможности её применения в различных климатических условиях. При этом она имеет достаточно простой вид и доступна для использования в практике проектирования климатических систем.

1. Савичев К.Д., Глухов В.В. Влияние энергоёмкости ВВП на качество жизни: показатели оценки и методы государственной поддержки // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки, 2018. Т. 11. №1. С. 77–86.
2. Бобылев С.Н., Аверченков А.А., Соловьёва С.Н., Кирюшин П.А. Энергоэффективность и устойчивое развитие. — М.: Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2010. 148 с.
3. Тишков С.В., Щербак А.П. Энергоэффективность и энергосбережение как основные факторы экономического развития России // Институциональная трансформация экономики: российский вектор новой индустриализации: Мат. IV Межд. научн. конф. (Омск, 21–23.10.2015). — Омск, 2015. С. 298–303.
4. Андреева Е.В., Клепиков В.И. Интеграция зарубежных рынков электроэнергии. — М.: Ассоциация «НП совет рынка», 2017. 121 с.
5. Кузнецова А.Р., Саитова Р.З., Ахметьянова А.И. Проблемы развития науки в современных условиях в Российской Федерации // Российский электронный научный журнал, 2016. №2. С. 189–203.
6. Окрепилов В.В., Леонова Т.И. Модели оптимизации в экономике качества // Экономическая наука современной России, 2016. №4. С. 22–29.
7. Fereidoon P. Sioshansi, Pfaffenberger W. Electricity Market Reform: An International Perspective. 1st Edition. Elsevier Science. 2006. 688 p.
8. Cheng S., Chen M. Multi-objective reactive power optimization strategy for distribution system with penetration of distributed generation. International Journal of Electrical Power & Energy Systems. 2014. No. 10. Pp. 221–228.
9. Богословский В.Н. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: Учебник для вузов / В.Н. Богословский, О.Я. Кокорин, Л.В. Петров; Под ред. В.Н. Богословского. — М.: Стройиздат, 1985. 367 с.
10. Самарин О.Д., Лушин К.И., Кирушок Д.А. Энергосберегающая схема обработки воздуха с косвенным испарительным охлаждением в пластинчатых рекуператорах // Жилищное строительство, 2018. №1–2. С. 43–45.
11. Самарин О.Д., Кирушок Д.А. Оценка параметров наружного климата для обработки воздуха с косвенным испарительным охлаждением в пластинчатых рекуператорах // Жилищное строительство, 2018. №4. С. 41–43.
12. Самарин О.Д. Основы обеспечения микроклимата зданий. — М.: Изд-во АСВ, 2014. 208 с.

References — see page 60.

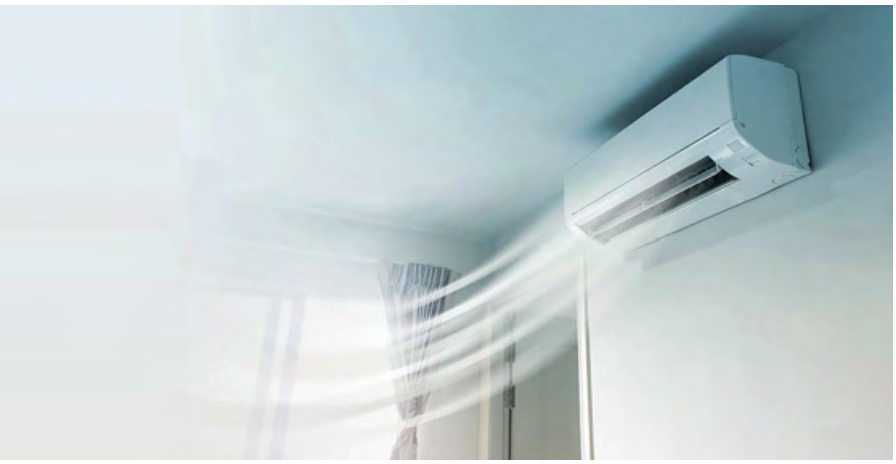
На правах рекламы.

Измерение параметров микроклимата на высшем уровне

Многофункциональные приборы для оценки работы систем ОВКВ, качества воздуха в помещении, параметров критических производственных процессов testo 400 и testo 440

- **Моментальная готовность:** замена зондов во время измерений без перезагрузки
- **Экономия времени:** полное документирование непосредственно по месту замера
- **Удобство:** большой чёткий дисплей, компактный размер, широкий выбор зондов, преднастроенные меню измерений под каждую задачу

info@testo.ru • +7(495)532-35-00 • www.testo.ru



Особенности процедуры подтверждения соответствия при импорте кондиционеров

Обеспечение безопасности любого технического изделия — это задача каждого производителя. Государство через систему нормативно-технического регулирования обеспечивает как построение организационных отношений в данной сфере, так и выполняет контрольно-надзорные функции. Учитывая, что иностранные производители фактически выпадают из данных правоотношений, законодатель закрепил в системе норм технического регулирования перечень субъектов, которые своими действиями на территории РФ обеспечивают подтверждение соответствия импортируемого оборудования требованиям безопасности, а также несут ответственность за несоблюдение данных требований.

Автор: М.В. СУХОВ, к.ю.н., финансовый директор ООО «Аквамозаика»

На примере кондиционеров рассмотрим государственные гарантии обеспечения безопасности импортируемой продукции, субъектный состав процедуры подтверждения соответствия, содержание процедуры и последствия её нарушения.

Государственно-правовые гарантии безопасности кондиционеров

В нашей каждодневной жизни мы об этом редко задумываемся, но практически любой предмет (вещь, изделие, вещество) несёт в себе ту или иную степень потенциального риска, то есть вероятность наступления события, в результате которого последует причинения вреда жизни и/или здоровья граждан. Риска как связанного с использованием предмета, так и риска, вытекающего из простого нахождения рядом с ним. Очевидно, что данное утверждение относится и к кондиционерам — оборудованию для поддержания оптимальных климатических условий (температура, влажность, вентиляция) в жилых, офисных, торговых, складских, промышленных и иных помещениях, а также для очистки воздуха в них от нежелательных частиц.

Любой кондиционер представляет собой технически сложное многокомпонентное изделие, содержащее в себе как механическую, так и электротехническую составляющие, в процессе жизненного цикла которых присутствует потенциальный риск. Задача производителя — обеспечить выпуск безопасного оборудования для кондиционирования, то есть такого изделия, на всех этапах жизненного цикла которого будет отсутствовать состояние недопустимого риска. Задача государства при этом — создание и поддержание функционирования эффективного административно-правового режима в сфере обеспечения безопасности продукции, охраны окружающей среды, жизни и здоровья граждан, гарантирующего соблюдение баланса публично-правовых и частно-правовых интересов.

Нормативно-техническое регулирование в сфере стандартизации качества и безопасности продукции, работ, услуг, а также окружающей природной среды является составной частью государственного регулирования.

Право на безопасность жизни и здоровья — это неотъемлемое конституционное право граждан нашей страны. Его реализация и защита обеспечивается системой нормативно-правовых актов и правоприменительной деятельностью соответствующих уполномоченных государственных органов.

Одним из основных актов нормативного регулирования в данной сфере является Закон Российской Федерации «О защите прав потребителей» от 7 февраля 1992 года №2300-1, который закрепляет права потребителей на приобретение товаров надлежащего качества и безопасных для жизни, здоровья, имущества потребителей и окружающей среды. При этом *«Если на товары (работы, услуги) законом или в установленном им порядке установлены обязательные требования, обеспечивающие их безопасность для жизни, здоровья потребителя, окружающей среды и предотвращение причинения вреда имуществу потребителя, соответствие товаров (работ, услуг) указанным требованиям подлежит обязательному подтверждению в порядке, предусмотренном законом и иными правовыми актами»* (п. 4 ст. 7 Закона), а информация об обязательном подтверждении соответствия, включая наименование технического регламента, должна быть предоставлена изготовителем (исполнителем, продавцом) потребителю (п. 2 ст. 10 Закона).

Требования к безопасности товаров относятся в полной мере и к импортируемой продукции: продукция, выпускаемая в обращение на территории ЕАЭС (Евразийского экономического союза — Россия, Белоруссия, Казахстан, Армения, Киргизия — далее Союз) должна быть безопасной (ст. 53 «Договора о Евразийском экономическом союзе» от 29 мая 2014 года). Кондиционеры не являются исключением из данной нормы и подлежит подтверждению соответствия нормам безопасности по нескольким техническим регламентам в зависимости от конструкции и своего назначения (области применения — промышленные или бытовые).

Решением Коллегии Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) от 25 декабря 2012 года №294 утверждено «Положение о порядке ввоза на таможенную территорию Союза продукции (товаров), в отношении которой устанавливаются обязательные требования в рамках Союза». В целях реализации пп. «в» п. 2 Положения Решениями Коллегии ЕЭК утверждаются Перечни продукции, в отношении которой подача таможенной декларации сопровождается представлением таможенному органу документа об оценке (подтверждении) соответствия требованиям технических регламентов ЕАЭС. Речь идёт об обязательном сертификате либо декларации соответствия, предоставление которых таможенным органам РФ при ввозе продукции на территорию РФ также предусмотрено ст. 29

Федерального закона РФ «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 года №184-ФЗ. Данные документы выдаются/принимаются в отношении объектов технического регулирования (продукции и связанных с ней процессов проектирования, производства, эксплуатации и др., представляющих источник потенциальной опасности), указанных в соответствующих технических регламентах, которые содержат обязательные для применения и исполнения минимально необходимые требования безопасности к указанным объектам (ст. 2, 7 №184-ФЗ).

Решением Коллегии Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) от 25 декабря 2012 года №294 утверждено «Положение о порядке ввоза на таможенную территорию Союза продукции (товаров), в отношении которой устанавливаются обязательные требования в рамках Союза»

Как промышленные, так и бытовые кондиционеры включены в указанные выше перечни продукции, а именно: Решение Комиссии ТС от 28 января 2011 года №526, Решение Коллегии ЕЭК от 24 апреля 2013 года №91, Решение Коллегии ЕЭК от 16 января 2018 года №6. Таким образом, законодательство ЕАЭС допускает ввоз и свободный оборот кондиционеров на территории Союза только при условии предоставления таможенным органам стран-членов документов, подтверждающих безопасность кондиционеров в соответствии с требованиями Технических регламентов — сертификата или декларации соответствия.

Формы подтверждения соответствия при импорте кондиционеров в ЕАЭС

Сертификат/декларация соответствия имеют равную юридическую силу на всей территории ЕАЭС. Каждый из этих документов является итоговым актом соответствующей формы подтверждения соответствия — сертификации или декларирования. Федеральный закон РФ №184-ФЗ «О техническом регулировании» даёт такое определение: *«Форма подтверждения соответствия — определённый порядок документального удостоверения соответствия продукции или иных объектов, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям документов по стандартизации или условиям договоров»* (ст. 2 №184-ФЗ). Поскольку речь идёт об урегулированном нормами соответствующих правовых актов технического регулирования как порядка совершения действий лиц, участвующих в сертификации либо декларировании соответствия, так и порядка проведения исследований/испытаний в отношении объекта технического регулирования, то можно утверждать, что форма подтверждения соответствия — это совокупность как юридических, так и технических процедур.

Поскольку сертификат/декларация соответствия являются документальным итогом прохождения нормативно закреплённой процедуры, то их выдача/принятие подтверждают, что в отношении конкретных кондиционеров (наименований, моделей, артикулов), указанных в них, полностью соблюдены как сами технические требования безопасности, указанные

в соответствующих технических регламентах, так и соблюдена сама процедура подтверждения соответствия, то есть последовательность действий лиц-участников. Процедуры, являющиеся содержанием каждой из указанных форм подтверждения соответствия, могут отличаться составом участников, последовательностью и содержанием их действий, а также документами, предоставляемыми в ходе её реализации в отношении как объекта технического регулирования, так и в отношении самих участников, включая требования к форме и содержанию документов. В отношении подтверждения соответствия импортируемого объекта технического регулирования процедура, изложенная в конкретном Техническом регламенте и сопутствующих ему нормативных актах, содержит требования в части отбора проб/образцов для испытаний и особенностей их ввоза на территорию страны-участницы Союза, а также определяет роль иностранного производителя.

Выбор формы подтверждения соответствия зависит от степени риска недостижения целей технических регламентов (ст. 2 №184-ФЗ). Коренным отличием одной формы от другой является наличие и роль третьей стороны — аккредитованного органа сертификации. Аккредитацию проводит Росаккредитация — федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по формированию единой национальной системы аккредитации и осуществлению контроля за деятельностью аккредитованных лиц: органов по сертификации продукции, испытательных лабораторий, а также органов инспекции. Уникальность роли органа сертификации в том, что, будучи частным субъектом, он, реализуя предоставленные ему аккредитацией полномочия, защищает как интересы государства, не допуская в обращение на рынки Союза небезопасную продукцию, так и обеспечивает соблюдение частных интересов, подтверждением соответствия давая «зелёный свет» на ввоз импортируемой на территорию Союза продукции.

Форма «декларирование» допускает процедуру подтверждения соответствия без участия органа сертификации, за исключением случаев, когда его отсутствие приводит к недостижению целей подтверждения соответствия. Форма «сертификация» предусматривает участие органа сертификации в процедуре подтверждения соответствия в качестве обязательной стороны, которая выполняет не только функцию выпуска сертификата, но также участвует в отборе образцов для испытаний, проводит анализ предоставленных документов, а так же последующий контроль сертифицированной продукции и/или производства. Участие органа сертификации определяется соответствующими схемами подтверждения соответствия, которые установлены техническими регламентами внутри каждой из форм подтверждения соответствия и закрепляют конкретные требования как объектам, так и субъектам изложенных в них процедур, включая требования к документам и последовательности действий участников процедур. Решения ЕЭК «О типовых схемах оценки соответствия» от 18 апреля 2018 года №44 предусматривает девять схем сертификации и шесть схем декларирования. Но не все они применимы при подтверждении соответствия в отношении импортируемых кондиционеров.

Технические регламенты и стандарты, определяющие формы и содержание процедур подтверждения соответствия

Несмотря на то, что все ввозимые на территорию ЕАЭС кондиционеры уже прошли оценку соответствия требованиям национальных зарубежных или международных стандартов и имеют подтверждающие документы, а ст. 30 №184-ФЗ предусматривает возможность их признания в соответствии с международными договорами Российской Федерации, на данный момент такое признание допускается только в отношении документов, выданных на территории ЕАЭС. Исходя из этого, все ввозимые на территорию ЕАЭС кондиционеры должны проходить подтверждение соответствия по техническим регламентам, действующим на территории Союза.

Как было отмечено ранее, в зависимости от конструктивных особенностей и назначения кондиционеры подлежат подтверждению соответствия по нескольким техническим регламентам. При этом в зависимости от конструкции и назначения кондиционеров промышленного и бытового назначения различаются и формы подтверждения соответствия. В частности, для бытовых кондиционеров (моноблочные, сплит-системы, канальные,

напольные) — это сертификат соответствия. Для промышленных кондиционеров (чиллеры, фанкойлы, крышные, высоконапорные канальные, мультизональные и шкафные системы) подтверждение соответствия производится по форме «декларирование» (табл. 1).

Указанные технические регламенты содержат обязательные для применения и исполнения минимально необходимые требования безопасности к кондиционерам. Соблюдение указанных требований технических регламентов обеспечивается применением соответствующих стандартов, как национальных ГОСТов, так и международных (ст. 16.1 №184-ФЗ, п. 4 «Протокола о техническом регулировании в рамках ЕАЭС» — Приложение №9 к «Договору о Евразийском экономическом союзе» от 29 мая 2014 года, далее «Протокол»). Каждому техническому регламенту соответствует свой набор стандартов, соответствие которым устанавливается в ходе испытаний кондиционеров уполномоченной лабораторий. При подтверждении соответствия по форме «сертификация» испытательная лаборатория обязательно должна быть аккредитована в Росаккредитации.

Среди основных стандартов, соответствие которым подтверждается в ходе испытаний кондиционеров, можно выделить следующие:

1. ГОСТ IEC 60335-2-40–2016. Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-40. Частные требования к электрическим тепловым насосам, воздушным кондиционерам и осушителям.

2. ГОСТ IEC 60335-2-88–2013. Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 2-88. Частные требования к увлажнителям, используемым с системами отопления, вентиляции или кондиционирования.

3. ГОСТ 30646–99. Кондиционеры центральные общего назначения. Общие технические условия».

4. ГОСТ Р 50553–93. Промышленная чистота. Фильтры и фильтроэлементы. Общие технические требования.

5. ГОСТ Р 50554–93. Промышленная чистота. Фильтры и фильтрующие элементы. Методы испытаний.

6. ГОСТ 31284–2004. Воздухонагреватели для промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

7. ГОСТ Р 52894.1–2007 (ИСО 13261-1:1998), раздел 4 «Шум машин. Оценка звуковой мощности кондиционеров и воздушных тепловых насосов. Часть 1. Оборудование наружное без воздуховодов».

Субъектный состав заявителей при подтверждении соответствия кондиционеров

Круг заинтересованных в получении/принятии сертификата/декларации соответствия лиц, в отношении которых нормы технического регулирования устанавливают соответствующие права и обязанности в процедурах подтверждения соответствия в форме декларирования и/или сертификации законодатель определил как «заявитель».

При этом стоит отметить, что №184-ФЗ (ст. 24, 25) и указанный выше Протокол по разному определят круг данных субъектов. Руководствуясь приоритетом норм международного договора над нормами РФ (ст. 15 Конституции РФ) обращаемся к формулировке в Протоколе: *«При оценке соответствия заявителем могут быть зарегистрированные на территории государства-члена в соответствии с его законодательством юридическое лицо или физическое лицо в качестве индивидуального предпринимателя, являющиеся изготовителем или продавцом либо уполномоченным изготовителем лицом»*.

В зависимости от конструктивных особенностей и назначения кондиционеры подлежат подтверждению соответствия по нескольким техническим регламентам. При этом для промышленных и бытовых кондиционеров различаются формы подтверждения соответствия

Из чего следует однозначный вывод: иностранное юридическое лицо не может быть заявителем. Это означает, что сертификат/декларация соответствия может быть выдан/принята только в отношении резидента ЕАЭС.

Рассмотрим, какими ещё критериями ограничен субъектный состав заявителей при импорте кондиционеров. В соответствии с п. 5 Протокола круг заявителей устанавливается в соответствии с техническим регламентом ТС. Субъектный состав заявителей для каждой из форм подтверждения соответствия также зависит от схемы подтверждения соответствия. Исходя из содержания указанных ранее техрегламентов, а также с учётом Решения ЕЭК от 18 апреля 2018 года №44 «О типовых схемах оценки соответствия», круг заявителей различается при импорте серийно выпускаемой продукции; продукции, импортируемой партиями; продукции, импортируемой в единичных экземплярах.

Во всех случаях заявителем в целях подтверждения соответствия импортируемых кондиционеров может быть уполномоченное зарубежным производителем лицо, то есть лицо, действующее на основании соответствующего договора с иностранным производителем (но не может быть, как мы ранее установили, сам зарубежный производитель). В отношении импортируемого единичного оборудования или партии оборудования заявителем может быть также и импортёр.

Таким образом, при проведении процедуры подтверждения соответствия требованиям технических регламентов заявителем в отношении серийно выпускаемой продукции может быть только уполномоченное иностранным производителем лицо (юридическое либо ИП, зарегистрированное на территории ЕАЭС), при этом не обязательно импортёр.

Логика законодателя здесь становится более понятной при сопоставлении данной нормы с п. 1 ст. 29 №184-ФЗ: *«…в таможенные органы одновременно с таможенной декларацией заявителем либо уполномоченным заявителем лицом представляются декларация о соответствии или сертификат соответствия, либо документы об их признании…»*

То есть при ввозе на территорию ЕАЭС оборудования импортёр и лицо, которое получило/приняло сертификат/декларацию соответствия могут не совпадать.

Формы и схемы подтверждения соответствия табл. 1

Технические регламенты	Формы и схемы подтверждения	
	Бытовые кондиционеры	Промышленные кондиционеры
ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования»	**Сертификация:** 1С — серийный выпуск; 3С — разовая поставка одной партии; 4С — поставка одной единицы продукции	**Декларирование:** 1Д, 3Д, 6Д — серийный выпуск; 2Д, 4Д — разовая поставка одной партии или единицы продукции
ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств»		
ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования»	–	1Д, 3Д, 6Д — серийный выпуск; 5Д — серийный выпуск при установке оборудования на опасных производственных объектах; 2Д, 4Д — разовая поставка одной партии или единицы продукции

В этом случае, как правило, импортёр действует на основании доверенности от заявителя либо иным способом уполномочен заявителем (разъяснения на эту тему содержатся в совместном письме ФТС РФ и МФ РФ №14-87/77613 от 12 декабря 2018 года). Надо также понимать, что поскольку заявитель при подтверждении соответствия в отношении импортируемого оборудования, выпускаемого серийно, всегда действует на основании соответствующего договора с иностранным производителем, полномочия на выдачу указанной доверенности должны быть предоставлены заявителю иностранным заявителем в договоре между ними.

Данная конструкция взаимоотношений «*иностранный производитель — заявитель — импортёр*» выглядит логично: серийный выпуск оборудования может длится годами. У иностранного производителя может быть несколько контрактов с различными импортёрами резидентами ЕАЭС, и они могут меняться. И нет необходимости каждому импортёру оформлять документы о подтверждении соответствия продукции. Иностранному производителю достаточно выбрать одно лицо (не обязательно импортёра), которое будет действовать в его интересах и на основании соответствующего договора с ним возьмёт на себя все функции обеспечения соответствия поставляемой на таможенную территорию Союза продукции требованиям технических регламентов. И, что важно, возьмёт на себя и ответственность за несоответствие такой продукции указанным требованиям. При этом если заявитель предоставит импортёру полномочия на использование сертификата/декларации соответствия, выданного/принятого заявителю/заявителем, то ответственность за соответствие продукции требованиям технических регламентов будет нести и импортёр. Сказанное об ответственности относится и к ситуации, когда импортёр и заявитель совпадают в одном лице, что применимо к импорту единичной продукции, либо партии продукции (п.п. 10, 14, 26 Решения ЕЭК №44). При этом в последнем случае договор с иностранным производителем не требуется, а импортёр при выполнении функции заявителя действует уже в собственных интересах.

Таким образом на основании изложенного следуют ключевые выводы: при прохождении процедуры подтверждения соответствия требованиям технических регламентов в отношении импортируемых кондиционеров, выпускаемых серийно, заявитель всегда действует в интересах иностранного производителя, выполняя его функции на основании договора с ним, содержащим полномочия заявителя. В отношении импорта кондиционеров, выпускаемых партиями либо единично (заказные позиции), заявитель может действовать как в интересах иностранного производителя на основании договора с ним, так и в собственных интересах (без полномочий, предоставленных иностранным производителем). Как видим, в обоих случаях заявитель может не совпадать с импортёром в одном лице. Но даже если они не совпадают, оба лица, то есть и заявитель, и импортёр, несут ответственность за несоблюдение требований технических регламентов и иных обязательных документов.

Процедура ввоза кондиционеров на территорию Союза с целью проведения испытаний

Несмотря на изложенный вывод о возможном несовпадении импортёра и заявителя, это не означает, что заявитель может предоставить на испытания с целью подтверждения соответствия любой экземпляр оборудования, имеющийся в доступности на территории ЕАЭС.

Данное оборудования должно быть обязательно ввезено заявителем, и только заявителем, на территорию ЕАЭС с целью проведения исследований/испытаний с соблюдением соответствующих таможенных процедур.

Подготовка к испытаниям начинается с отбора проб/образцов кондиционеров. В соответствии с Решением ЕЭК №44, №184-ФЗ «О техническом регулировании», а также Межгосударственным стандартом ГОСТ 31814–2012 «Оценка соответствия. Общие правила отбора образцов для испытаний продукции при подтверждении соответствия» отбор образцов при сертификации серийно выпускаемой продукции осуществляет орган по сертификации или по его поручению испытательная лаборатория (центр). Важно отметить, что место отбора при данной форме — склад готовой продукции иностранного изготовителя. А это означает, что заявитель должен за свой счёт обеспечить выезд представителя органа сертификации/испытательной лаборатории к зарубежному производителю кондиционеров. При сертификации кондиционеров, ввозимых на территорию Союза в объёме партии либо единичного экземпляра, такой выезд не требуется, поскольку отбор образцов производится органом сертификации на месте нахождения партии/единицы продукции (складе временного хранения, таможенном складе) — под таможенным контролем.

При проведении процедуры подтверждения соответствия требованиям технических регламентов заявителем в отношении серийно выпускаемой продукции может быть только уполномоченное иностранным производителем лицо (юридическое либо ИП, зарегистрированное на территории ЕАЭС), при этом заявителем может быть не обязательно импортёр

Таким образом, участие органа сертификации/испытательной лаборатории в отборе проб/образцов при подтверждении соответствия по форме «сертификация» является обязательным. При декларировании соответствия такого жёсткого требования нет — отбор образцов производит сам заявитель или по его поручению орган по сертификации/испытательная лаборатория. Результаты отбора образцов оформляются соответствующим актом.

Ввозимые на территорию Союза образцы декларируются в режиме «выпуск для внутреннего потребления» с подачей соответствующей декларации на товары. При этом таможенному органу в отношении подконтрольных товаров должны представляться копия договора с аккредитованным органом по сертификации (аккредитованной испытательной лабораторией (центром) и (или) письмо от аккредитованного лица, подтверждающие необходимое для этих целей количество (вес и объём) ввозимых проб и (или) образцов продукции. Процедура таможенного оформления при ввозе образцов/проб с целью проведении исследований/испытаний для дальнейшего подтверждения соответствия подробно описана в совместных Рекомендациях ФТС и Росаккредитации «О порядке совершения таможенных операций, связанных с ввозом в Российскую Федерацию товаров в качестве проб и образцов для целей проведения исследований и испытаний продукции» от 27 февраля 2019 года.

Ответственность за нарушение процедуры подтверждения соответствия

В заключение следует сказать, что все изложенные нюансы процедурного характера влияют на легитимность обязательного сертификата/декларации соответствия. В частности, если работы по оценке/подтверждению соответствия были проведены аккредитованным органом сертификации/лабораторией с нарушением правил их проведения, Федеральная служба по аккредитации вправе принять решение об отмене результатов данных работ и переносе их в архив (п. 13 Постановления Правительства РФ от 30 марта 2017 года №360-ПП «О федеральном государственном контроле за деятельностью аккредитованных лиц»). И здесь речь идёт не только о нарушениях непосредственно в деятельности аккредитованного органа сертификации и/или аккредитованной лаборатории.

К данным нарушениям могут относиться в том числе и процедурные нарушения со стороны самого заявителя: в орган сертификации не предоставлен договор с иностранным производителем кондиционеров; предоставленные для испытания пробы/образцы были ввезены на территорию РФ с нарушением таможенных правил ввоза данной категории товаров; орган сертификации/испытательная лаборатория не участвовали в отборе проб/образцов. По сути «перевод в архив» означает, что сертификат/декларация соответствия теряют статус действующих, что может поставить импортёра перед неожиданным фактом невозможности ввоза оборудования на территорию РФ. Это как минимум. А как максимум — к применению штрафных санкций, размер которых может достигать 1 млн руб. с конфискацией предмета административного нарушения, то есть импортируемого оборудования (ст. 14.4 3-46, 16.3, 16.7 КоАП РФ).

1. Конституция РФ (принята всенародным голосованием 12.12.1993; с учётом поправок, внесённых Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 №6-ФКЗ, от 30.12.2008 №7-ФКЗ, от 05.02.2014 №2-ФКЗ, от 21.07.2014 №11-ФКЗ) // Собрание законод-ва РФ, 04.08.2014. №31. С. 43–98.
2. Договор о Евразийском экономическом союзе (ЕЭС, подписан в г. Астане 29.05.2014; ред. от 15.03.2018) [Электр. текст]. Евразийская экономическая комиссия (ЕЭК). Режим доступа: eurasiancommission.org. Дата обращ.: 05.06.2014.
3. О Положении о порядке ввоза на таможенную территорию Таможенного союза продукции (товаров), в отношении которой устанавливаются обязательные требования в рамках Таможенного союза (ТС): Решение Коллегии ЕЭК от 25.12.2012 №294 [Электр. текст]. ЕЭК. Режим доступа: tsouz.ru. Дата обращ.: 27.12.2012.
4. О Едином перечне продукции, в отношении которой устанавливаются обязательные требования в рамках Таможенного союза: Решение Комиссии ТС от 28.01.2011 №526 (ред. от 21.02.2020) [Электр. текст]. Комиссия ТС. Режим доступа: tsouz.ru. Дата обращ.: 04.02.2011.
5. Об утверждении перечня продукции, в отношении которой подача таможенной декларации сопровождается представлением документа об оценке соответствия (сведений о документе об оценке соответствия) требованиям технического регламента ТС «О безопасности низковольтного оборудования» (ТР ТС 004/2011): Решение Коллегии ЕЭК от 24.04.2013 №91 (ред. от 19.03.2019) [Электр. текст]. ЕЭК. Режим доступа: tsouz.ru. Дата обращ.: 26.04.2013.
6. Об утверждении перечня продукции, в отношении которой подача таможенной декларации сопровождается представлением документа об оценке соответствия (сведений о документе об оценке соответствия) требованиям технического регламента ТС «О безопасности машин и оборудования» (ТР ТС 010/2011): Решение Коллегии ЕЭК от 16.01.2018 №6 (ред. от 26.11.2019) [Электр. текст]. ЕЭС. Режим доступа: eaeunion. org. Дата обращ.: 19.01.2018.
7. О типовых схемах оценки соответствия: Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 18.04.2018 №44 [Электр. текст]. ЕЭС. Режим доступа: eaeunion.org. Дата обращ.: 18.06.2018.
8. О техническом регулировании: Федеральный закон от 27.12.2002 №184-ФЗ (ред. от 28.11.2018). Собрание законод-ва РФ, 30.12.2002. №52 (ч. 1), ст. 5140.
9. О защите прав потребителей: Федеральный закон РФ от 07.02.1992 №2300-1 (ред. от 24.04.2020). Собрание законод-ва РФ, 15.01.1996. №3, ст. 140.
10. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: Федеральный закон от 30.12.2001 №195-ФЗ (ред. от 23.06.2020). Собрание законод-ва РФ. 07.01.2002. №1 (ч. 1), ст. 1.

На правах рекламы.

Делать больше, располагая меньшим

Простое управление, быстрые результаты и никаких бумаг. Всё, что вам нужно для самой интенсивной работы.

С 1 июня до 30 сентября 2020 года универсальная отвертка Wera в подарок при покупке цифрового манометрического коллектора testo 549, testo 550, testo 557, testo 570 или комплекта смарт-зондов для холодильных систем и систем вентиляции.

info@testo.ru • +7(495)532-35-00 • www.testo.ru

Фотоэнергетика в России

Рецензия эксперта на статью получена 11.06.2020 [Expert review on the article received on June 11, 2020].

Введение

Мировая солнечная электроэнергетика развивается стремительными темпами. За последние десять лет её установленная мощность увеличилась в несколько раз и составила 510,5 ГВт* (по данным ресурса ren21.net). При этом удельная стоимость сооружения солнечных электростанций (СЭС) ежегодно уменьшается. В основе создания СЭС — две основные технологии. Станции с прямым преобразованием солнечного излучения в электроэнергию принято называть фотоэлектрическими (ФЭС или Photovoltaic Power Plant, PV). Они составляют подавляющее большинство (99%) СЭС в мире общей установленной мощностью 505 ГВт*. Вторая, менее распространённая технология преобразования солнечной энергии в тепловую (пар), а затем в электрическую, — Concentrated Solar Power (CSP), лежит в основе термодинамических СЭС. Общая установленная мощность таких СЭС на текущий момент — 5,5 ГВт* (1%). В России в 2019 году термодинамические СЭС отсутствовали, а установленная мощность ФЭС составляла 1394,474 МВт или 0,4% всех мировых СЭС. На фото 1 представлена самая большая в России* Самарская ФЭС установленной мощностью 75 МВт.

Солнечные термодинамические электростанции

В России оба направления солнечной энергетики начали развиваться в XX веке [1]. Основоположником термодинамических СЭС является д.т.н. Борис Петрович Вейнберг (1871–1942). Он был членом Комиссии по изучению естественных производительных сил (КЕСП) России, организованной в 1915 году Императорской Академии наук в Санкт-Петербурге, а также членом Русского отделения Международного союза по исследованию Солнца. Как отмечал первый академик-теплоэнергетик СССР Михаил Викторович Кирпичёв (1879–1955), Б.П. Вейнберг провёл теоретические и проектные изыскания в области применения солнечной аппаратуры для получения пара, горячего воздуха, механической энергии. Он организовал при Томском университете первую в России метеостанцию с измерением солнечной радиации, руководил Главной геофизической обсерваторией в Ленинграде, разработал теорию концентрации солнечного излучения, конструирования солнечных опреснителей. Будучи разно-

Фотоэлектрические солнечные электростанции составляют подавляющее большинство (99%) мировых солнечных электростанций — общая установленная мощность достигает 505 ГВт. Доля термодинамических СЭС во всём мире на текущий момент составляет скромные 1% (5,5 ГВт)

* По состоянию на 2019 год.

УДК 620.92. Научная специальность: 05.14.08.

Фотоэнергетика в России

В.А. Бутузов, д.т.н., Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина (г. Краснодар)

При суммарной установленной мощности солнечных электростанций (СЭС) мира в 2019 году — 510,5 ГВт, термодинамические СЭС имеют установленную мощность 5,5 ГВт. В 2019 году в России термодинамические СЭС отсутствовали, а установленная мощность эксплуатируемых фотоэлектрических станций (ФЭС) составила 1,4 ГВт. Описан российский опыт разработки и эксплуатации термодинамической Крымской СЭС мощностью 5 МВт. Представлен обзор научных исследований по созданию фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) с начала XX века. Указано, что в космической энергетике Россия занимает достойное место в создании арсенид-галлиевых трёхкаскадных ФЭП с КПД до 30%. Описана практика использования космических разработок для наземной энергетики. Лидером исследований по созданию гетероструктурных кремниевых ФЭП является НТЦ тонкоплёночных технологий ГК «Хевел» при ФТИ им. А.Ф. Иоффе. Разработкой арсенид-галлиевых пяти- и шестикаскадных ФЭП занимается АО «НПП «Квант» (Москва). Производство космических ФЭС сосредоточено в НПП «Квант» и в ПАО «Сатурн» (Краснодар). Исследованием применения ФЭП в наземной энергетике занимается ОИВТ РАН (Москва). Развитие наземных ФЭС было начато в 2013 году с принятием постановления Правительства РФ о дополнительной оплате за установленную мощность и выработку электроэнергии ФЭС. По состоянию на 1 января 2019 года в России работало 63 ФЭС общей установленной мощностью 1,4 ГВт.

Ключевые слова: *солнечная энергетика, солнечные термодинамические электростанции (СЭС), фотоэлектрические электростанции (ФЭС), фотоэлектрические преобразователи (ФЭП), фотоэлектрические модули (ФЭМ), концентрация солнечного излучения, наземные ФЭС, космическая фотоэнергетика.*

UDC 620.92. The number of scientific speciality: 05.14.08.

Russian photovoltaic

V.A. Butuzov, Doctor of Technical Sciences, Kuban State Agrarian University of I.T. Trubilin (Krasnodar city)

With the total installed capacity of solar power plants (SPP) in the world in 2019 equal to 510.5 GW, thermodynamic SPPs have an installed capacity of 5.5 GW. In 2019, there were no thermodynamic SPPs in Russia, and the installed capacity of operated photovoltaic power plants (PVP) was 1.4 GW. The Russian experience in the development and operation of the 5 MW thermodynamic Crimean SPP is described. An overview of scientific research on the creation of photoelectric converters (PEC) since the beginning of the XX century is presented. It is indicated that in space power engineering Russia occupies a worthy place in the creation of three-stage gallium arsenide PV cells with an efficiency of up to 30%. The practice of using space developments for ground power engineering is described. The leader of research on the creation of heterostructured silicon PV cells is the Scientific and Technical Center for Thin-Film Technologies of the Hevel Energy Group at the Ioffe Institute. The development of gallium arsenide five- and six-cascade PECs is carried out by "Quant" Scientific and Production Enterprise", JSC (Moscow). The production of space photovoltaic power plants is concentrated at "Quant", JSC, and at "Saturn", PJSC (Krasnodar). The Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences (Moscow) is studying the use of PECs in ground-based power engineering. The development of ground-based PVPs was launched in 2013 with the adoption of a resolution by the Government of the Russian Federation on additional payment for the installed capacity and electricity generation of PVPs. As of January 1, 2019, 63 PVPs with a total installed capacity of 1.4 GW were operating in Russia.

Key words: *solar power, thermodynamics solar power, photoelectric modules, photoelectric converters, photovoltaic power plants (PVP), concentration of solar radiation, ground-based PVP, space photovoltaic.*

Фото 1. Самарская СЭС в 2019 году вышла на свою полную расчётную мощность (75 МВт)

сторонним учёным, Борис Петрович участвовал в основании Института по изучению магнитного поля Земли и в его 23 научных экспедициях, в исследованиях по гляциологии (науки о льде), первым в мире в начале XX века запатентовал в США конструкцию поезда на магнитной подушке. После трагической смерти в блокадном Ленинграде его гелиотехнические исследования продолжил сын Всеволод Борисович Вейнберг (1907–1981), который в 1940-е годы исследовал ресурсы СССР по солнечной радиации.

В 1930-е годы гелиотехнические исследования выполнялись в Ленинграде в Физико-техническом институте, Областном теплотехническом институте (ныне ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова»), Оптическом институте, Энергетическом институте им. Г.М. Кржижановского АН СССР (ЭНИН). Со второй половины 1930-х годов, благодаря усилиям академика М.В. Кирпичёва, ЭНИН стал ведущей организацией СССР по солнечной энергетике.

Испанский учёный Федерико Молеро (1908–1969), высококвалифицированный специалист и убеждённый коммунист, в 1940-е годы организовал в ЭНИН лабораторию гелиотехники и разработал теорию создания солнечных концентраторов. В 1949 году по его чертежам в Ташкенте был построен параболоидный концентратор диаметром 10 м, с помощью которого был получен пар с температурой 200 °С. В том же году в Москве был проведён Первый гелиотехнический съезд СССР [2], на котором, подводя итоги разработок по СЭС, академик М.В. Кирпичёв, в 1930-е годы имевший опыт совместной работы с А.Ф. Иоффе по фотоэнергетике, заявил, что кардинальное решение проблемы преобразования солнечной энергии — это непосредственное её превращение в электрическую энергию.

Выдающийся руководитель, к.т.н. Юрий Николаевич Малевский (1948–1980), возглавивший гелиотехническую лабораторию ЭНИН в 32-летнем возрасте, обеспечил реализацию многолетних исследований по созданию Крымской термодинамической СЭС-5. Личные связи с руководителями Минэнерго СССР, конструктивные контакты с 15 организациями и ведомствами обеспечили сооружение в 1985 году в составе Крымской АЭС первой в СССР термодинамической СЭС мощностью 5 МВт [3].

Проект станции СЭС-5 был разработан Рижским отделением института «Теплоэлектропроект» (главный инженер проекта — О.А. Ванберг). Гелиостаты были запроектированы ПКБ «Энергостроймеханизация» (ГИП — А.З. Антиславский). На фото 2 представлен макет Крымской СЭС-5. 1600 гелиостатов с площадью каждого 25 м^2 концентрировали солнечное излучение на паровом котле, установленном на специальной башне на высоте 75 м. Из котла пар с температурой 250 °С поступал в турбину и обеспечивал выработку электроэнергии. За пять лет опытной эксплуатации СЭС (с 1985 по 1990 годы) была достигнута максимальная мощность в 5,7 МВт. Максимальная годовая выработка электроэнергии составила 726 тыс. кВт·ч [4].

Основным недостатком этой солнечной электростанции была невозможность круглосуточной работы из-за отсутствия проектных баков-аккумуляторов (два по 1000 м^3). В 1990 году эксплуатация Крымской СЭС была прекращена, и в дальнейшем в нашей стране термодинамические СЭС не строились.

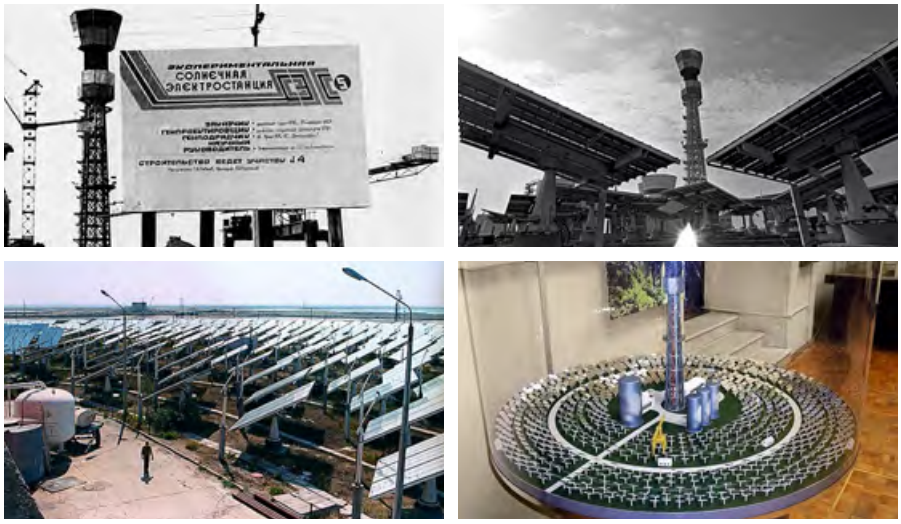


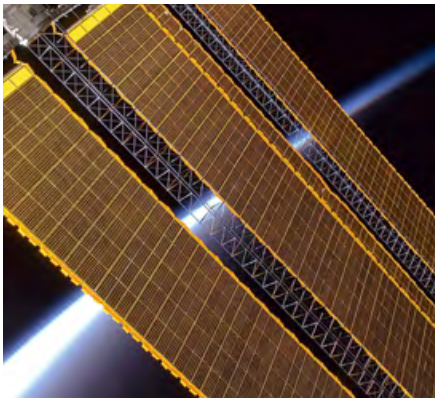
Фото 2. Экспериментальная Крымская термодинамическая СЭС-5 и её макет

Энергообеспечение советской пилотируемой научно-исследовательской орбитальной станции «Мир», как и всех других космических аппаратов СССР, осуществлялось исключительно с помощью солнечных батарей разработки НПО «Квант». На фото представлен исследовательский модуль «Спектр», предназначенный для изучения атмосферы и геофизических явлений Земли, солнечные батареи которого имели размах 23,3 м (на модуле «Квант» их размах достигал 40,84 м)

Исследования и разработки фотоэлектрических преобразователей

Фундаментальные исследования по фотоэлектрическим преобразователям (ФЭП) выполнялись в России в начале XX века выдающимся физиком Абрамом Фёдоровичем Иоффе (1880–1960). В его докторской диссертации «Упругое последействие в кристаллическом кварце», выполненной под руководством Вильгельма Рентгена в 1905 году в Мюнхенском университете, а затем в магистерской диссертации «Элементарный фотоэлектрический эффект. Магнитное поле катодных лучей. Опытные исследования», защищённой им в 1913 году в Санкт-Петербургском политехническом институте, в фундаментальной книге 1927 году «Физика кристаллов» были изложены основные идеи по развитию фотоэнергетики. В созданном им Ленинградском физико-техническом институте в 1930 году была организована полупроводниковая группа, и в число организованных им 13-ти институтов входил Среднеазиатский гелиоцентрический институт в городе Самарканде (на тот момент Узбекская АССР).

Для реализации любой научной идеи нужны личности с особым талантом воплощения идей и формул в реально действующие объекты. Таким выдающимся учёным, организатором науки и производства, которому СССР и Россия обязаны успехами в космической энергетике, был д.т.н., профессор, член-корреспондент АН СССР Николай Степанович Лидоренко (1916–2009). Возглавив в 1950 году в возрасте 34 лет Всесоюзный научно-исследовательский элементно-электроугольный институт (далее — Всесоюзный научно-исследовательский институт источников тока — ВНИИТ, затем НПО «Квант»), он руководил разработкой автономных систем энерго-обеспечения советских ракет и космических аппаратов. Знакомство его с академиком А.Ф. Иоффе состоялось у заместителя председателя Правительства СССР М.Г. Первухина в 1951 году, когда Н.С. Лидоренко была поручена организация производства термоэлектрических источников электропитания.



Советские ФЭП впервые были установлены на третьем спутнике Земли «Спутник-3» в мае 1958 года. И все последующие советские космические аппараты были оснащены ФЭП отечественного производства

В 1957 году Ленинградским институтом полупроводников АН СССР (под руководством А.Ф. Иоффе), Московским физическим институтом им. П.Н. Лебедева АН СССР (ФИАН), Государственным научно-исследовательским и проектным институтом редкометаллической промышленности (Гиредмет) был изготовлен и передан во ВНИИТ опытный экземпляр ФЭП из монокристаллического кремния площадью 0,5 см^2 [5].

На его основе Н.С. Лидоренко организовал производство ФЭП, которые в мае 1958 года впервые в СССР были установлены на третьем искусственном спутнике Земли «Спутник-3» (фото 3). Все последующие советские космические аппараты были оснащены ФЭП отечественного производства.

Наземное применение ФЭП было начато в 1964 году в Туркмении, где д.т.н. Б.В. Тарнижевский после перехода из ЭНИН [3] во ВНИИТ разработал и испытал первую в мире ФЭС с концентраторами солнечного излучения мощностью 250 Вт для электропривода оросительных насосов в пустыне Кара-Кум.

Новым принципиально важным этапом в развитии фотоэнергетики было создание в 1969 году впервые в мире в Ленинградском физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе под руководством академика Жореса Ивановича Алфёрова (1930–2019) арсенид-галлиевых ФЭП.

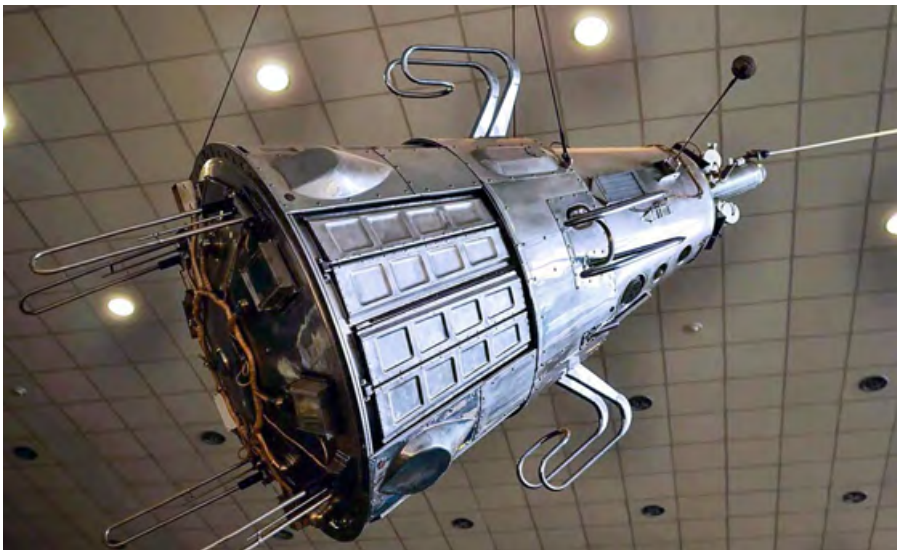


Фото 3. Советский искусственный спутник Земли «Спутник-3» (запущен 15 мая 1958 года)

ВНИИТ успешно применил их на космических станциях «Венера-4», «Луноход-1» и «Луноход-2». Эти ФЭП обеспечивали в условиях космоса КПД до 30 %, они эффективно работают с концентраторами солнечного излучения. Арсенид-галлиевые ФЭП в 2005 году внедрил в производство на НПО «Сатурн» в Краснодаре член-корреспондент РАН Вячеслав Михайлович Андреев (1941 г.р.). Во ВНИИТ с 1960 по 1987 годы работал Дмитрий Семёнович Стребков (1937 г.р.), разработавший новое научное направление по преобразованию концентрированного солнечного излучения и новый класс матричных высоковольтных ФЭП [7, 8]. С 1975 года он являлся начальником экспериментально-технологического подразделения, заместителем главного конструктора НПО «Квант». Под его руководством в 1990-е годы была создана сетевая ФЭС мощностью 10 кВт с параболоцилиндрическими концентраторами в Ашхабаде, ФЭС с фоконами во Владикавказе, ФЭС с линзами Френеля в Ташкенте [9]. В эти годы НПО «Квант» с численностью сотрудников более 30 тыс. человек включал в себя два НИИ, восемь отделений и базовых лабораторий, три опытных завода, в том числе московский «Фотон» и краснодарский «Сатурн», две СКБ [6].

В 1986 году, после ухода с должности директора НПО «Квант» Н.С. Лидоренко, в другие организации перешли и другие учёные, в том числе Д.С. Стребков, возглавивший ВНИИ электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ). В этой организации, а с 2016 года в Федеральном научном центре ВИМ академик РАН Д.С. Стребков в должности научного руководителя продолжает работы по развитию российской сельской энергетики [9]. Одним из перспективных направлений развития фотоэнергетики является применение ФЭП с концентрируемым солнечным излучением, развиваемое д.т.н. В.В. Харченко [10], В.М. Евдокимовым, Ю.Д. Арбузовым, В.А. Майоровым [11].

Гибридная солнечно-ветровая энергоустановка КЭУ-3 производства НПП «Квант»

Одной из структур НПО «Квант», специализирующейся на разработке и изготовлении устройств фотоэнергетики, стал организованный в 1964 году вначале Краснодарский филиал ВНИИТ, затем опытный завод, а с 1987 года — НПО «Сатурн». Н.С. Лидоренко на должность директора филиала назначил Юрия Николаевича Кулагина, до этого успешно работавшего начальником отдела гелиотехники и промышленной энергетики ПКБ «Пластмаш» в городе Краснодаре. На территории Геленджикской лаборатории ВНИИТ была построена самая мощная в СССР в то время ФЭС в 30 кВт, а за четыре года в Краснодаре был построен опытный завод ВНИИТ, на котором в 1972 году была изготовлена первая солнечная батарея для космического аппарата «Стрела-1». К 1987 году филиал ВНИИТ и опытный завод были объединены в НПО «Сатурн», производство ФЭП достигло 800 м^2 в год.

В 1980-е годы НПО был реализован проект «Солнечная деревня» в посёлке Черноморском, в 40 км от города Краснодара. Были построены пять коттеджей, на кровле которых были установлены солнечные батареи мощностью по 3,5 кВт.

Научными лидерами «Сатурна» с 1985 по 1992 годы в развитии космической и наземной фотоэнергетики были Юрий Владимирович Скоков (1938–2013), директор НПО «Сатурн», и его заместитель по научно-техническому развитию Марат Борисович Закс (1944 г.р.). В 1992 году он вместе с коллективом разработчиков ФЭМ создал первую в России частную научно-производственную фирму «Солнечный ветер». На основе списанного с «Сатурна» оборудования и приборов группа энтузиастов открыла в Краснодаре цех, в котором производила изготовление ФЭП и модулей. В 2003 году фирма производила в год до 1 МВт двухсторонних ФЭМ, а к 2010-му — до 5 МВт.

Солнечная батарея (фотоэлектрический модуль) серии КСМ производства НПП «Квант»

Выполнялись также проектирование и монтаж ФЭС «под ключ». В качестве примера ФЭС, построенной в 2004 году ООО «Солнечный ветер», можно привести энергокомплекс в горах у города Горячий Ключ Краснодарского края для электропитания станции сотового оператора «Билайн» с пиковой мощностью ФЭС 8,5 кВт, работающий до настоящего времени. Замена аккумуляторов была произведена только через 12 лет эксплуатации. При сооружении ФЭС мощностью 10,5 кВт для электропитания станций сотовых операторов «МТС» и «Билайн» на плато Лаго-Наки в горах Адыгеи «Солнечный ветер» в 2007 году применил двухсторонние ФЭМ по технологии НПО «Сатурн». ФЭС мощностью до 400 кВт были построены этой фирмой также в Чехии и Германии.

ПАО «Сатурн» с 1971 года произвело 20 тыс. м^2 фотоэлектрических преобразователей и оснастило ими 1200 космических аппаратов. Предприятием изготавливаются фотоэлектрические преобразователи на основе кристаллического кремния с эффективностью до 15,5 % и по собственной технологии арсенид-галлиевые ФЭП эффективностью до 28 %.

В РФ в настоящее время отсутствует полный технологический цикл создания ФЭП из кремния. Лидирующая в космосе технология арсенид-галлиевых фотоэлектрических преобразователей давно и с большим успехом освоена в РФ, но слишком дорога для наземной энергетики

Освоение космического пространства и функционирование спутниковых группировок немыслимо без надёжных фотоэлектрических модулей, способных работать длительное время

В настоящее время основным российским производителем космических ФЭС являются АО «НПП «Квант» (Москва), входящее в состав АО «Информационные спутниковые системы им. академика М.Ф. Решетнева» государственной корпорации (ГК) «Роскосмос», и ПАО «Сатурн» в Краснодаре. НПП «Квант», являясь родоначальником отечественной фотоэнергетики, разработало и произвело солнечные батареи для 1500 космических аппаратов. На предприятии были созданы новые структуры для наземного применения и повышения КПД кремниевых солнечных элементов с продолжительностью эксплуатации свыше 25 лет. Производится пять кремниевых фотоэлектрических модулей наземного применения типа КСМ номинальной мощностью от 180 до 210 Вт с эффективностью до 19 %.

Современные фотоэлектрические исследования

В настоящее время теоретические исследования по созданию новых ФЭП выполняются ФТИ им. А.Ф. Иоффе, а технологии их изготовления разрабатываются в научно-техническом центре ГК «Хевел», созданном при ФТИ. НПП «Квант» продолжает разработки кремниевых структур для космической энергетики. Для этих же целей НПО «Сатурн» (Краснодар) совершенствует арсенид-галлиевые ФЭП.

Исследования по фотоэлектрической энергетике проводятся в Объединённом институте высоких температур (ОИВТ) РАН под руководством д.т.н. О.С. Попеля. В его книге [12] изложены основные принципы развития фотоэнергетики с учётом специфики нашей страны. Анализ современных технологий изготовления ФЭП применительно к российскому рынку представлен д.т.н. О.С. Попелем и соавторами в статьях [13, 14, 16, 17], а также к.г.н. К.С. Дегтярёвым [15].

В ОИВТ развивается весьма перспективное направление — фотоэлектрические электростанции, как альтернатива солнечным тепловым установкам [18]. Отмечено доминирование кристаллического кремния и его перспективы в обозримом будущем.

В России в настоящее время отсутствует полный технологический цикл создания кремниевых ФЭП: получения кристаллического кремния в моно- или мультикристаллических слитках, резка слитков на пластины, травление, легирование, просветление, формирование электронных контактов, сборка параллельно-последовательных модулей, ламинирование, остекление и изготовление корпусов. Лидирующая в космосе технология арсенид-галлиевых ФЭП освоена в России, но слишком дорога для наземной энергетики. Тонкоплёночные технологии с нанесением прозрачного слоя проводящего покрытия на стекло или фольгу, разделение плёнки на отдельные ФЭП, формирование слоёв с *p*- и *n*-проводимостью, нанесение скрайбирования повторного слоя проводящего материала не получили широкого распространения.

В Лаборатории ВИЭ МГУ им. М.В. Ломоносова разработана геоинформационная система «Возобновляемые источники энергии» [19]. Исследования по солнечной радиации к.т.н. С.В. Киселёвой совместно с ОИВТ РАН положены в основу Атласа солнечной радиации [20]. Общепризнанным специалистом по экономике ФЭС является к.г.н. К.С. Дегтярёв [15].

Ведущей российской научной организацией по разработке ФЭМ по гетероструктурной технологии в настоящее время является НТЦ тонкоплёночных технологий «Хевел» при ФТИ им. Ф.А. Иоффе. Отличительная особенность данной технологии — Heterojunction with Intrinsic Thin-Layer Technology (HJT) — плазмохимический метод нанесения наноплёнок аморфного кремния поверх кристаллического кремния.

Главным научным изданием по фотоэнергетике в странах СНГ является издаваемый с 1965 года в городе Ташкенте международный журнал «Гелиотехника» на русском языке или Applied Solar Energy — на английском. Журнал выпускается НПО «Физика-Солнце» Физико-технического института АН Республики Узбекистан. Главный редактор — д.т.н. Нифалур Раббакуловна Авезова, дочь знаменитого д.т.н. Р.Р. Авезова [1].

Оценка удельных энергомассовых характеристик (ЭМХ) ФЭП табл. 1

Тип ФЭП	КПД, %	Удельная мощность, Вт/м²	Подложка ФЭП	Удельная ЭМХ [Вт/кг] на уровне СІС	Удельная ЭМХ [Вт/кг] на уровне ФЭП
Трёхпереходный (современный уровень)	28	380	Ge 140 мкм	260–314 (1,46–1,2 кг/м²)	228–271
Трёхпереходный (усовершенствованный)	30	400	Ge 140 мкм	280–340 (1,46–1,2 кг/м²)	245–291
Многопереходный (четырёхкаскадные)	33	450	Ge 140 мкм	310 (1,46–1,2 кг/м²)	273–325
Многопереходный (шестикаскадные)	37	500	Ge 140 мкм	340 (1,46–1,2 кг/м²)	300–360
Трёхпереходные (утоненные)	28	380	Ge 75 мкм	550 (0,69 кг/м²)	426
Трёхпереходный (инверторный)	33	450	удаляемая	1000 (0,45 кг/м²)	690

Примечание: СІС — солнечный элемент, снабжённый выводами и покрытый стеклянным покрытием (толщина данного стеклянного покрытия лежит в пределах 100–200 мкм), дополнительно следует отметить, что удельный вес кабельной сети, развязывающих диодов и т.д. в сегодняшних конструкциях составляет 200 г/м² и может быть снижен примерно вдвое.

В наземной фотоэнергетике выделяют два основных вида систем: автономные и сетевые. Автономные ФЭС имеют существенные отличия от сетевых. В России имеется 20-летний опыт их сооружения. Кроме постсоветского опыта их создания в ООО «Солнечный ветер» в Краснодарском крае, в современной России они широко применяются небольшими частными фирмами, объединёнными в некоммерческое партнёрство «Зелёный киловатт». АО «Сахаэнерго» ГК «Русгидро» в Якутии построило 18 автономных ФЭС, в том числе самую мощную — Батагайскую (1 МВт) в Верхоянском улусе. Особенностью солнечной радиации в Якутске является её наличие круглые сутки только в летние месяцы.

На Дальнем Востоке ООО «Авелар Солар Технолоджи» реализует проект создания 100 автономных ФЭС для сельских поселений. Эта же компания предлагает для односемейных жилых домов комплект оборудования в составе шести фотоэлектрических модулей общей мощностью 1,7 кВт, аккумуляторов 7,2 кВт·ч и инверторного блока.

Космическая фотоэнергетика

Лидером по разработке современных космических фотоэлектрических технологий в России является АО «НПП «Квант», перспективы которого в статье [5] представил д.т.н. Мадлен Борисович Каган (1935 г.р.). Указаны следующие важнейшие принципиальные достижения:

- создание оригинальной элионной технологии n–p–p^+-структур кремниевых фотоэлектрических преобразователей;
- разработка и производство кремниевых фотоэлектрических преобразователей с двухсторонней чувствительностью;
- создание технологии изготовителя фотоэлектрических преобразователей на основе арсенида галлия.

М.Б. Каган констатирует, что современные требования к энергетике космических аппаратов (максимальная выходная мощность свыше 10 кВт ФЭС, срок активного существования свыше 15 лет, минимальная деградация рабочих характеристик) обуславливают мировую тенденцию в космической энергетике — интенсивное развитие наногетероструктурных каскадных ФЭП на основе арсенида галлия и других соединений элементов третьей и пятой групп Периодической системы химических элементов (таблицы Менделеева) на инородной подложке с применением технологии MOCV13 (90 % мировых производств).

Современная трёхкаскадная технология изготовления арсенид-галлиевых ФЭП НПП «Квант» предусматривает нанесение до 30 слоёв, половина из которых являются наноразмерными с использованием технологии МОС-гидридной газофазной эпитаксии. Эффективность каждого слоя возрастает с применением дополнительного верхнего слоя каскада «окна», которое приводит к снижению уровня рекомбинации на поверхности каждого каскада. Кроме наногетероструктуры конструкция арсенид-галлиевых фотоэлектрических преобразователей содержит многослойные токосъёмные контакты и функциональные покрытия.

Перспективы развития создания ФЭП связаны с переходом на четырёх-, пяти- и шестикаскадные структуры для повышения КПД до 32–35 %, использованием облегчённой подложки (кремний, стекло) для повышения удельной энергомассовой характеристик ФЭП и расширения спектрального диапазона и введением в структуру ФЭП специальных слоёв для снижения радиоактивного воздействия и повышения срока активной службы свыше 15 лет. Промышленное освоение пяти- и шестикаскадных структур с согласованной решёткой и метаморфные ожидается в 2020–2030 годах.

В соответствии с ДПМ потребители оптового рынка обязаны в течение 15 лет выплачивать регулируемое вознаграждение

В табл. 1 по данным [5] представлены оценки удельных энергомассовых характеристик современных и перспективных фотоэлектрических преобразователей.

Наземные сетевые фотоэлектрические станции

Современный российский рынок наземной сетевой фотоэнергетики был создан после принятия Постановления Правительства РФ 23 января 2015 года №47-ПП, которое обеспечило субсидирование сооружение ФЭС мощностью свыше 5 МВт. Инвесторы ФЭС получают долгосрочные договоры на поставку мощностей (ДПМ) на оптовом рынке России после отбора их проектов на конкурсной основе. В отличие от европейских тендерных условий, данная схема предлагает победителям плату и за мощность, и за выработку электроэнергии в мегаватт-часах.

В соответствии с ДПМ потребители оптового рынка обязаны в течение 15 лет (срок действия договоров) выплачивать регулируемое вознаграждение за отпущенную мощность по льготным тарифам. Такие конкурсы проводятся регулирующим органом (администратором торговой системы, АТС) — ежегодно при участии Совета рынка и «СО ЕЭС». В первом туре проекты отбираются по двум критериям: максимальные капитальные затраты на 1 кВт и по требованиям локализации. В 2020 году максимально допустимые капитальные затраты ФЭС составили 103 157 руб. за 1 кВт, а максимально допустимые расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание — 2880 руб. за 1 кВт в год. На 2020 год степень локализации установлена в 70 %. Постановление №47-ПП обязывает региональные сетевые компании закупать электроэнергию, произведённую ФЭС для компенсации до 5 % прогнозируемых потерь в электросетях. Во втором туре отбор производится по минимальным капитальным затратам на реализацию проекта. Победившая организация получает гарантии стабильной рентабельности и выгодные тарифы на электроэнергию, но обязана завершить строительство ФЭС и обеспечить требования по локализации. ФЭС должна также иметь коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) в течение года не менее 0,14.

В России имеются три основных производителя и эксплуатанта сетевых ФЭС. Основанная в 2009 году российскими инвесторами группа компаний (ГК) «Хевел» через ООО «Авелар Солар Технолоджи» и ООО «Грин Энерджи Рус» владеет 19-ю ФЭС с суммарной мощностью 611,5 МВт (43,17 %). Основное производство ГК «Хевел» до 340 МВт в год находится в городе Новочебоксарске (Республика Чувашия). Проектирование и монтаж ФЭС выполняет ООО «Авелар Солар Технолоджи». Эксплуатацией СЭС занимаются ООО «Авелар Солар Технолоджи» и ООО «Грин Энерджи Рус».

На втором месте частная компания ПАО «Т-Плюс», владеющая семью фотоэлектрическими станциями с суммарной мощностью 250 МВт (17,9 %).

Значительная часть российского рынка сооружения сетевых ФЭС принадлежит ООО «Солар Системс», учредителем которой является китайская компания Amur Sirius Power Equipment Co., Ltd.

Изготовление кремниевых пластин производится на заводе ООО «Солар Кремниевые Технологии» в городе Подольске. Кремниевые пластины из Подольска направляются в Китай и в виде готовых ФЭП возвращаются на завод ООО «Солар Кремниевые технологии» в Подольске, где изготавливают фотоэлектрические модули (ФЭМ).

В табл. 2 представлены характеристики российских сетевых СЭС суммарной установленной мощностью 1394,475 МВт, по данным их государственной квалификации по сайтам их владельцев.

Основные данные по российским сетевым СЭС (ФЭС) табл. 2

Регион	Наименование СЭС	Адрес	Мощность	Год	Владелец	Владение
Оренбургская обл.	**Домбаровская**	Домбаровский р-н, с/с Домбаровский	25 МВт	2019	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	Григорьевская	Соль-Илецкий ГО	10 МВт	2019	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	собств.
	Елшанская	Соль-Илецкий ГО	25 МВт	2019	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	собств.
	Чкаловская	Оренбургский р-н, с/с Чкаловский	30 МВт	2019	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	собств.
	Оренбургская СЭС-1	Новосергиевский р-н	45 МВт	2018	ПАО «Т-Плюс»	собств.
	Оренбургская СЭС-3	Сорочинский ГО	60 МВт	2018	ПАО «Т-Плюс»	собств.
	Державинская	г. Орск	5 МВт	2017	ПАО «Т-Плюс»	собств.
	Оренбургская СЭС-5	г. Орск	10 МВт	2017	ПАО «Т-Плюс»	собств.
	Соль-Илецкая	Соль-Илецкий р-н	25 МВт	2017	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	Грачевская	Грачевский р-н, с/с Александровский	10 МВт	2017	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	Плешановская	Красногвардейский р-н, с. Плешаново	10 МВт	2017	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	Сакмарская им. А. А. Влазнева	г. Орск	25 МВт	2015	ПАО «Т-Плюс»	собств.
	Переполоцкая	Переполоцкий р-н	5 МВт	2015	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	Сорочинская «Уран»	Сорочинский ГО	60 МВт	2018	ПАО «Т-Плюс»	собств.
	Новосергиевская «Нептун»	Новосергиевский р-н	45 МВт	–	ПАО «Т-Плюс»	собств.
Астраханская обл.	**Лиманская**	Лиманский р-н, раб. пос. Лиман	30 МВт	2019	ООО «Грин Энерджи Рус»	собств.
	Михайловская	г. Нариманов, ул. Степная, д. 7	15 МВт	2019	ООО «Эко Энерджи Рус»	собств.
	Элиста Северная	Наримановский р-н, пос. Трусово	15 МВт	2019	ООО «Эко Энерджи Рус»	собств.
	Ахтубинская (1–4 оч.)	Ахтубинский р-н, с. Сокрутовка	60 МВт	2019	ООО «Грин Энерджи Рус»	собств.
	Фунтовская (1–4 оч.)	Приволжский р-н, с. Фунтово	60 МВт	2018	ООО «Грин Энерджи Рус»	собств.
	Енотаевка	Енотаевский р-н, с. Енотаевка	15 МВт	2018	ООО «Энергоэффект ДБ»	собств.
	Володаровка	Наримановский р-н, пос. Тинаки	15 МВт	2018	ООО «Энергоэффект ДБ»	собств.
	Промстройматериалы	Наримановский р-н, с. Солянка	15 МВт	2018	ООО «Сан Проджектс 2»	собств.
	Нива	Приволжский р-н, с. Фунтово	15 МВт	2018	ООО «Грин Энерджи Рус»	собств.
	Заводская	Володарский р-н, пос. Володарский	15 МВт	2017	ООО «Сан Проджектс»	собств.
Республика Алтай	**Коч-Агачская**	Коч-Агачский р-н, Теленгит-Сортогойское посел.	10 МВт	2015	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	Усть-Канская	Усть-Канский р-н	5 МВт	2016	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	Майминская (3 оч.)	Майминский р-н, с. Майма	25 МВт	2017/19	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	собств.
	Ининская	Онгудайский р-н, Ининское посел.	25 МВт	2019	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	Чемальская	Чемальский р-н, Аносинское посел.	10 МВт	2019	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	Онгудайская	Онгудайский р-н, с. Онгудай	5 МВт	2017	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	Усть-Коксинская	Усть-Коксинский р-н, Амурское посел.	40 МВт	2019	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
Самарская обл.	**Самарская №1**	г. Новокуйбышевск	25 МВт	2018	ООО «Солар Системс»	собств.
	Самарская №2, 3	г. Новокуйбышевск	50 МВт	2019	ООО «Самарские СЭС»	собств.

Наиболее крупными компаниями, владеющими сетевыми СЭС, являются следующие: ООО «Авелар Солар Технолоджи» (422,5 МВт в Оренбургской, Саратовской, Волгоградской областях, Республиках Алтай и Башкортостан, Бурятии); ООО «Солар-Системс» (230 МВт в Оренбургской, Астраханской, Самарской областях и в Ставропольском крае); а также территориальная генерирующая компания (ТГК) ПАО «Т-Плюс» (250 МВт в Оренбургской области). Данные об остальных владельцах предоставлены в табл. 3.

Финансовые результаты эксплуатации в 2017 году двух сетевых СЭС в Башкортостане, по данным [21], представлены в статье [22]. Бурибаевская и Бугульчанская СЭС имеют установленные мощности 20 и 15 МВт, соответственно. Удельные затраты на поставку ФЭП без учёта монтажа составили 50 млн и 120 млн руб. за 1 МВт, соответственно. Для первой из них ООО «Авелар Солар Технолоджи» применил кремниевые фотоэлектрические модули ГК «Хевел». При сооружении второй из них ПАО «Т-Плюс» использовало ФЭМ AST 245 multi.

Для Бурибаевской и Бугульчанской СЭС стоимость реализованной электроэнергии составляла около 30 руб. за 1 кВт·ч. Сроки окупаемости — около двух и пяти лет, соответственно

Эксплуатационные годовые затраты с содержанием на каждой СЭС (по два электромонтёра, четыре диспетчера и одного тракториста) составили 4,94 млн и 6,31 млн руб., соответственно. Фактическая выработка электроэнергии Бурибаевской СЭС за 2017 год составила 23 887 тыс., а Бугульчанской — 16 847 тыс. киловатт-час, а выручка — 681 997 тыс. и 523 393 тыс. руб., соответственно.

Таким образом, стоимость реализованной электроэнергии составляла около 30 руб. за 1 кВт·ч. При указанных выше значениях удельных инвестиционных затрат с учётом проектных и монтажных работ (коэффициент 1,35) полная стоимость сооружения Бурибаевской СЭС составит 1,3 млрд, а Бугульчанской СЭС — 2,34 млрд руб. При указанном значении выручки 2017 года простой срок окупаемости первой из них составит около двух лет, второй — около пяти лет.

Основные данные по российским сетевым СЭС (ФЭС) табл. 2 (окончание)

Регион	Наименование СЭС	Адрес	Мощность	Год	Владелец	Владение
Ставропольский край	**Ташла**	Грачёвский р-н, с. Старомарьевка	12,5 МВт	2019	ООО «Солар Системс»	аренда
	Калиновка	Грачёвский р-н, с. Старомарьевка	12,5 МВт	2019	ООО «Солар Системс»	аренда
	Грачевка	Грачёвский р-н, с. Старомарьевка	12,5 МВт	2019	ООО «Солар Системс»	аренда
	Красная	Грачёвский р-н, с. Старомарьевка	12,5 МВт	2019	ООО «Солар Системс»	аренда
	Старомарьевская	Грачёвский р-н, с. Старомарьевка	25 МВт	2019	ООО «Солар Системс»	аренда
Республика Башкирия	**Исянгуловская**	Зианчурский р-н, с. Исянгулово	9 МВт	2017	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	Бурибаевская[*1]	Хайбуллинский р-н, с. Бурибай	20 МВт	2017	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	Бугульчанская[*2]	Куюргазинский р-н, с. Бугульчан	15 МВт	2016	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
Республика Калмыкия	**Яшкульская** (1–2 эт.)	Яшкульский р-н, пос. Цаган-Усн	33,5 МВт	2019	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	Молодербетовская (1-й эт.)	Молодербетовский р-н, с. Малые Дербеты	15 МВт	2019	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
Саратовская обл.	**Пугаческая**	г. Пугачевск	15 МВт	2017	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	Орловгайская	Ершовский р-н, с. Орлов-Гай	15 МВт	2018	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	собств.
	Новоузенская[*3]	–	15 МВт	2018	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	собств.
Республика Бурятия	**Хоринская**	Хоринский р-н	15 МВт	2019	ООО «Грин Энерджи Рус»	собств.
	Кабановская	Кабанский р-н, с. Кабанск	15 МВт	2019	ООО «Тераватт»	собств.
	БВС	Кяхтинский р-н, г. Кяхта	15 МВт	2019	ООО «Тераватт»	собств.
	Тарабагатай	Тарабагатайский р-н, с. Тарабагатай	15 МВт	2019	ООО «Тераватт»	собств.
	Бичурская	Бичурский р-н, с. Бичура	10 МВт	2017	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
Волгоградская обл.	**Волгоградская**	г. Волгоград	10 МВт	2017	ООО «Авелар Солар Технолоджи»	аренда
	СЭС[*4]	г. Камышин	0,075 МВт	2017	АО «ОЭК»	собств.
Республика Хакасия	**Абаканская**	г. Абакан	5,198 МВт	2015	ПАО «Красноярская ГЭС»	собств.
Забайкальский край	**Балей**	г. Чита	15 МВт	2019	ООО «Солнечная генерация»	собств.
	Орловский ГОК	г. Чита	15 МВт	2019	ООО «Солнечная генерация»	собств.
Белгородская обл.	**СЭС**	Яковлевский р-н, хут. Крапивенские дворы	0,1 МВт	2014	ООО «АльЭнерго»	собств.
Республика Крым	**Николаевка**	Симферопольский р-н, Николаевское посел.	69,7 МВт	2013	ООО: «Юпитер-Солар» (24,81 МВт), «Орион-Солар» (24,33 МВт), «Капелла-Солар» (20,56 МВт)	собств.
	Перово	Симферопольский р-н, Перовское посел.	84,73 МВт	2011	ООО: «Бета-Солар» (22,15 МВт), «Гамма-Солар» (21,55 МВт), «Альфа-Солар» (20,05 МВт), «Зета-Солар» (20,98 МВт)	собств.
	Родниковское	Симферопольский р-н, Родниковское посел.	6,5 МВт	2011	ООО: «Краймна-Солар-1» (1 МВт), «Краймна-Солар-2» (1,5 МВт), «Краймна-Солар-3» (1,5 МВт), «Краймна-Солар-4» (1,5 МВт), «Краймна-Солар-5» (2 МВт)	собств.
	Охотниково	Сакский р-н, Охотниковское посел.	21,23 МВт	2011	ООО «Оузил Солар»	собств.
	Карьерное	Сакский р-н, с. Карьерное	19,64 МВт	2011	ООО «Ориол Солар»	собств.

Примечание: всего в 14-ти российских регионах установлено 63 СЭС суммарной установленной мощностью 1394,475 МВт, причём самыми крупными владельцами СЭС являются: ООО «Авелар Солар Технолоджи» [14 СЭС общей установленной мощностью 422,5 МВт (30,27 % рынка), в том числе в собственности три СЭС (120 МВт), в аренде 11 СЭС (302,5 МВт)]; ПАО «Т-Плюс»: в собственности семь СЭС (250 МВт, 17,9 % рынка); ООО «Грин Энерджи Рус» владеет пятью СЭС (180 МВт, 12,9 % рынка). [*1] В том числе Баймакская (10 МВт), Юлдыбаевская (10 МВт). [*2] В том числе Матраевская (5 МВт), Акъярская (5 МВт), АСТ «Башкирская» (5 МВт). [*3] В перечне квалификации отсутствует. [*4] На базе фотоэлектрических модулей ЭССМ «ОЭК-1».

Владельцы российских СЭС (ФЭС) по регионам табл. 3

Владелец	Владение	Кол-во СЭС	Мощность	Регионы
ООО «Авелар Солар Технолоджи»*	собств. / аренда / всего	3 / 11 / 14	120 МВт / 302,5 МВт / 422,5 МВт	Оренбургская обл. / Республика Алтай / Республика Башкирия / Республика Калмыкия / Саратовская обл. / Республика Бурятия / Волгоградская обл.
ПАО «Т-Плюс»*	собств.	7	250 МВт	Оренбургская обл.
ООО «Грин Энерджи Рус»*	собств.	5	180 МВт	Астраханская обл. / Республика Бурятия
ООО «Солар Системс»	собств. / аренда / всего	1 / 5 / 6	25 МВт / 75 МВт / 100 МВт	Ставропольский край / Самарская обл.
ООО «Эко-Энерджи Рус»	собств.	2	30 МВт	Астраханская обл.
ООО «Энергоэффект ДБ»	собств.	2	30 МВт	Астраханская обл.
ООО «Самарская СЭС»	собств.	1	50 МВт	Самарская обл.
ООО «Тераватт»	собств.	3	45 МВт	Республика Бурятия
ООО Республики Крым	собств.	5	201,8 МВт	Республика Крым
ООО «Сан-Проджекс»	собств.	1	15 МВт	Астраханская обл.
ООО «Солнечная генерация»	собств.	2	30 МВт	Забайкальский край
ПАО «Красноярская ГЭС»	собств.	1	5,198 МВт	Республика Хакасия
ООО «Альт Энерго»	собств.	1	0,1 МВт	Белгородская обл.
«ОЭК-1»	собств.	1	0,075 МВт	Волгоградская обл.

* Доля рынка компаний: ООО «Авелар Солар Технолоджи» — 30,27 %, ПАО «Т-Плюс» — 17,9 %, ООО «Грин Энерджи Рус» — 12,9 %.

Фото: russos.livejournal.com

Новосергиевская СЭС в Оренбургской области (45 МВт, 150 тыс. фотоэлементов на 92 га)

Фото: russos.livejournal.com

Выводы

1. Российская научная гелиотехническая школа с начала XX века развивалась по двум основным направлениям преобразования солнечной энергии в электрическую: термодинамическому и фотоэлектрическому.

2. Лидерами создания термодинамических СЭС были д.т.н. Б.В. Вейнберг, д.т.н. Федерико Молеро. Эксплуатация построенной в 1985 году Крымской СЭС мощностью 5 МВт не подтвердила перспективность создания таких электростанций.

3. Лидерами создания фотоэлектрических станций в Советском Союзе были академик А.Ф. Иоффе, который уже в начале XX века приступил к теоретическим исследованиям, член-корреспондент Академии наук СССР Н.С. Лидоренко, обеспечивший широкое применение ФЭП в космической энергетике в России, академик Ж.И. Алфёров, а также член-корреспондент РАН В.М. Андреев.

4. В России за последние шесть лет (с 2014 года) создан рынок сетевых ФЭС. В 2019 году работали 63 станции общей установленной мощностью 1394,475 МВт. В стране имеется три основных компании, владеющие СЭС: ГК «Хевел» с частным российским капиталом, ПАО «Т-Плюс», также с частным российским капиталом, и ООО «Солар Системс» с китайским капиталом. Две из них в своём составе имеют бывшие советские заводы, все три не имеют полного производственного цикла. Значительная часть технологических операций выполняется в Китае. В основном применяются ФЭП на основе кремния. Арсенид-галлиевые ФЭП не получили распространения по стоимостным показателям. Фактические экономические показатели работающих сетевых ФЭС показывают простую окупаемость от двух лет, что при существующем субсидировании обеспечивает быстрые темпы их развития.

Российская космическая энергетика имеет большой опыт, значительные научные заделы и успешную практику адаптации к наземным условиям

5. Российская космическая энергетика имеет большой опыт, значительные научные заделы и успешную практику адаптации к наземным условиям. Перспективы её определяются новой программой развития ГК «Роскосмос» и созданием системы трансформации военных технологий для гражданский целей.

1. Бутузов В.А. Столетний опыт работы российских научных школ солнечного теплоснабжения // Энергия: экономика, техника, экология, 2019. №2. С. 16–29.
2. Сессии, съезды, конференции. Первое Всесоюзное совещание по гелиотехнике [Электр. текст]. Режим доступа: nachaucheba.ru. Дата обращ.: 20.04.2020.
3. Тарнижевский Б.В. Солнечный круг. Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского: Воспоминания старейших сотрудников / Б.В. Тарнижевский, И.Т. Аладьев и др. — М.: ЭНИН, 2000. 205 с.
4. Безруких П.П. Исторические этапы и перспективы развития возобновляемой энергетики России // Энергетическая политика, 2005. №5. С. 44–63.
5. «Квант»: энергия победы. — М.: Изд-во «МАКД», 2009. 184 с.
6. Сборник, посвящённый 100-летию Н.С. Лидоренко [Электр. текст]. АО «НПП «Квант». Режим доступа: npp-kvant.ru. Дата обращ.: 20.04.2020.
7. Стребков Д.С. Матричные солнечные элементы. Т. 1. Изд. 2-е. — М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. 119 с.
8. Стребков Д.С., Тверьянович Э.В. Концентраторы солнечного излучения. — М.: ГНУ ВИЭСХ, 2007. 315 с.
9. Стребков Д.С. Технико-экономические показатели солнечных электроустановок // Гелиотехника, 2018. №5. С. 43–48.
10. Daus Y.V., Kharchenko V.V. Evaluating the applicability of data on total solar radiation intensity derived from various of actinometric information. Applied Solar Energy. 2018. No. 3. Pp. 17–20.
11. Арбузов Ю.Д., Евдокимов В.М., Майоров В.А. Исследование предельных тепловых и физико-энергетических характеристик фотоэлектрических преобразователей концентрированного солнечного излучения // Гелиотехника, 2017. №4. С. 5–10.
12. Попель О.С., Фортов В.Е. Возобновляемая энергетика в современном мире. — М.: Изд-во МЭИ, 2015. 450 с.
13. Тарасенко А.Б., Попель О.С., Киселёва С.В. Современное состояние фотоэнергетики в России и за рубежом // Гелиотехника, 2018. №3. С. 69–82.
14. Попель О.С., Тарасенко А.Б. Состояние и перспективы направления развития технологий фотоэлектрических преобразователей энергии / Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов: Мат. XI школы молодых учёных им. Э.Э. Шпильрайна. — Махачкала, 2019. С. 4–19.
15. Дегтярёв К.С. Состояние и территориальная организация фотовольтаической солнечной энергетики в России // Окружающая среда и энерговедение, 2019. №1. С. 23–38.
16. Коломиец Ю.Г., Меньшиков А.Я., Тарасенко А.Б. Влияние уровня инсоляции на качество электрической энергии и КПД преобразования для сетевых ФЭС // Гелиотехника, 2018. №3. С. 9–14.
17. Киселёва С.В., Попель О.С., Тарасенко А.Б. Оценка эффективности создания сетевых фотоэлектрических станций в некоторых районах Центральной Азии и Закавказья // Гелиотехника, 2017. №2. С. 13–18.
18. Фрид С. Е., Тарасенко А. Б. Использование фотобатарей для горячего водоснабжения. Опыт и перспективы // Альтернативная энергетика и экология, 2018. №16–18. С. 23–28.
19. Геоинформационная система «Возобновляемые источники энергии России» (ГИС ВИЭ) [Электр. текст]. Режим доступа: gisre.ru. Дата обращ.: 13.05.2017.
20. Попель О.С., Фрид С.Е., Коломиец Ю.Г., Киселёва С.В., Терехова Е.Н. Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России. — М.: ОИВТ РАН, 2010.
21. ООО «Энергоконтракт» [Электр. текст]. Режим доступа: energocontract-orenburg.ru. Дата обращ.: 20.04.2020.
22. Молчанова Р.А., Новосёлов И.В., Абдуллина Э.А., Закирова Г.Р. Эффективность солнечных электростанций на примере условий Республики Башкортостан // Энергобезопасность и энергосбережение, 2019. №4. С. 25–32.

References — see page 60.

Низкотемпературная электрогенерация

Рецензия эксперта на статью получена 07.05.2020 [Expert review on the article received on May 7, 2020].

Во все времена крайне актуальна задача извлечения энергии во всех её видах и применение этой энергии всеми возможными способами для решения наиважнейшей задачи — развития человечества. Научная мысль всегда работала и работает в направлении понимания сущности энергии. Тенденция развития современного мира медленно, но неуклонно ориентируется в сторону безотходных, возобновляемых источников энергии, таких как солнечное излучение, грунтовые, воздушные и водные энергетические ресурсы.

Далее будет рассмотрена теория энергии в аспекте движения корпускул материи и предложена экспериментально доказанная возможность высокоэффективной генерации электрической энергии из низкотемпературных источников.

Наиболее обоснованно и фундаментально к этой задаче подошёл физик, математик, механик и астроном Исаак Ньютон, один из создателей классической физики и автор фундаментального труда «Математические начала натуральной философии», в котором Ньютон изложил закон всемирного тяготения и три закона механики, ставшие основой классической механики.

Новое понимание предложил великий русский учёный М.В. Ломоносов, который убрал лишнее понятие «*теплорода*» и представил понятие «*теплоты*» следующим образом:

1. «*В движении какой-то материи*», так как «*при прекращении движения уменьшается и теплота*», а «*движение не может произойти без материи*».

2. «*Во внутреннем движении материи*», так как это «*недоступно чувствам*».

3. «*Во внутреннем движении собственной материи*» тел, то есть «*не посторонней*».

4. «*Во вращательном движении частиц собственной материи тел*», так как «*существуют весьма горячие тела без двух других видов движения — внутреннего поступательного и колебательного*», например, раскалённый камень покоится (нет поступательного движения) и не плавится (нет колебательного движения частиц).

Термодинамика — раздел физики, изучающий наиболее общие свойства макроскопических систем и способы передачи и превращения энергии в таких системах. Она появилась как эмпирическая наука об основных способах преобразования внутренней энергии тел для совершения механической работы

М.В. Ломоносов доказал, что причиной «*теплоты*» является «*внутреннее вращательное движение связанной материи*», что полностью соответствовало физике Ньютона. Почти одновременно в США и на Западе понятие «*теплоты*» было осмыслено учёным и изобретателем Бенджамином Томпсоном (графом Румфордом) и физиком и химиком сэром Гемфри Дэви.

Термодинамика появилась как эмпирическая наука об основных способах преобразования внутренней энергии тел для совершения механической работы. Первая паровая машина была построена ещё в XVII веке французским физиком Дени Папеном, а во второй половине XVIII века паровые агрегаты усовершенствовали Джеймс Уатт и другие изобретатели, чем и ознаменовалось наступление промышленной революции.

УДК 620.97. Научная специальность: 05.14.08.

Низкотемпературная электрогенерация

С.Г. Баякин, к.т.н., академик Международной академии экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ), руководитель проекта, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ «КНЦ СО РАН», г. Красноярск)

В работе рассмотрены исторические и современные представления о природе процессов трансформации энергии в границах материи и движения, проанализированы четыре начала термодинамики, дана оценка актуальным попыткам технической реализации виртуального эксперимента «демон Максвелла». Приведены теоретические расчёты, показано экспериментальное подтверждение теоретических обоснований на созданном экспериментальном экземпляре устройства, работающего на реальном объекте по принципу «демона Максвелла». Обозначены перспективы развития низкотемпературной электрогенерации. Теоретически обоснована и предложена новая трактовка второго начала термодинамики. На практике доказана эффективная электрогенерация из низкотемпературных источников — вода, воздух, грунт, солнечное излучение.

Ключевые слова: *второе начало термодинамики, «демон Максвелла», низкотемпературная электрогенерация.*

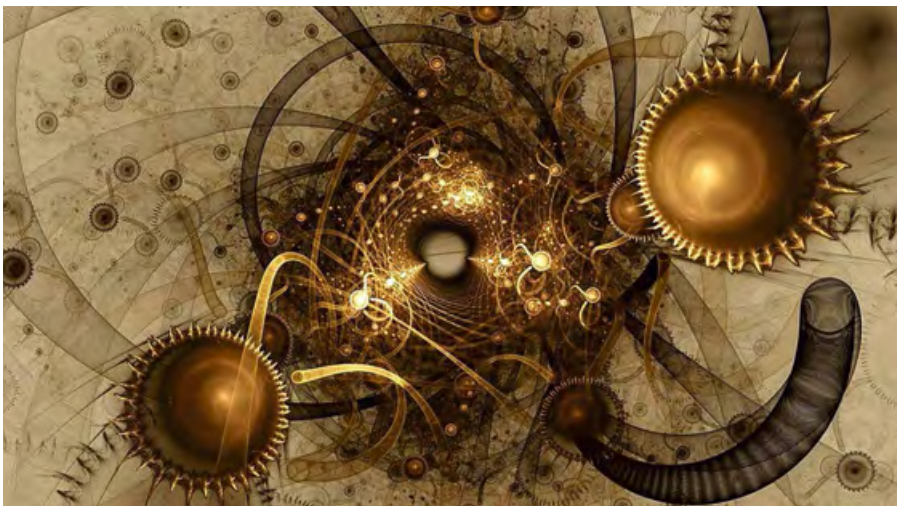
UDC 620.97. The number of scientific speciality: 05.14.08.

Low-temperature electric power generation

S.G. Bayakin, PhD, an academician of the International Academy of Ecology and Life Safety (MANEB), project manager, Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences" (Krasnoyarsk city)

This paper consider historical and modern ideas about the nature of energy transformation processes within the boundaries of matter and motion, analyzes the four principles of thermodynamics, and assesses current attempts to implement the virtual experiment "Maxwell's demon". Theoretical calculations are given, and experimental confirmation of theoretical justifications is shown on the created experimental instance of a device operating on a real object on the principle of "Maxwell's demon". Prospects for the development of low-temperature power generation are outlined. A new interpretation of the second principle of thermodynamics is theoretically justified and proposed. In practice, effective power generation from low — temperature sources-water, air, soil, and solar radiation-has been proven.

Key words: *the second law of thermodynamics, the "Maxwell's Demon", low-temperature electric power generation.*



В 1840-х годах Юлиус фон Майер и Джеймс Джоуль количественно определили связь между механической работой и теплотой и сформулировали универсальный закон сохранения и превращения энергии, далее Рудольф Клаузиус и Уильям Томсон (барон Кельвин) систематизировали накопленные к тому времени знания и ввели понятия «энтропии» и «абсолютной температуры».

В 1906 году Вальтер Нернст опубликовал работу, в которой была сформулирована теорема, впоследствии получившая его имя и известная как «третье начало термодинамики».

Таким образом, на данном этапе коллективными усилиями человечества были сформулированы следующие четыре начала термодинамики:

1. «Нулевое» начало термодинамики: «*изолированная термодинамическая система с течением времени самопроизвольно переходит в состояние термодинамического равновесия и остаётся в нём сколь угодно долго, если внешние условия сохраняются неизменными*».

2. Первое начало термодинамики (закон сохранения и превращения энергии для термодинамической системы): «*энергия любой замкнутой системы, при всех процессах, происходящих в системе, остаётся постоянной*».

3. Второе начало термодинамики имеет несколько формулировок. Формулировка Томсона (Кельвина): «*невозможен циклический процесс, единственным результатом которого является производство работы за счёт уменьшения внутренней энергии только одного теплового резервуара*». Формулировка Вильгельма Оствальда: «*невозможен вечный двигатель второго рода, вечный двигатель второго рода — это тепловая машина без низкотемпературного резервуара*». Формулировка Клаузиуса: «*теплота не может самопроизвольно переходить от тела менее нагретого к более нагретому*».

4. Третье начало термодинамики (тепловая теорема Нернста — физический принцип, определяющий поведение энтропии при приближении температуры к абсолютному нулю): «*все процессы при абсолютном нуле, при котором система переходит из одного равновесного состояния в другое, происходят без изменения энтропии*».

Первое начало термодинамики (закон сохранения и превращения энергии для термодинамической системы) звучит следующим образом: *«энергия любой замкнутой системы, при всех процессах, происходящих в системе, остаётся постоянной»*

Анализ

Анализируя современные формулировки всех имеющихся законов термодинамики, напрашивается резонный логический вопрос: не является ли формулировка «нулевого» начала термодинамики обратной формулировкой Клаузиуса из второго начала? Логика говорит, что да. То есть, если теплота не может самопроизвольно переходить от тела менее нагретого к более нагретому, то этот процесс может самопроизвольно происходить обратным образом, пока система не достигнет равновесия, что и сформулировано в «нулевом» начале. В этой связи совершенно резонно предположить, что нулевое начало термодинамики следует рассматривать как следствие формулировки Клаузиуса из второго начала термодинамики. Тем более что «нулевое» начало потому и «нулевое», что вошло в обиход физиков уже после существования первого и второго начал.

Относительно первого начала термодинамики на современном этапе науки дискутировать не имеет смысла — закон сохранения и трансформации энергии пока ещё никто не оспаривает. Этот закон необходимо принимать как аксиому, не требующую доказательств, — как закон сохранения материи, как точку отсчёта в термодинамике, аналогично точке в геометрии Эвклида.

Относительно третьего начала (тепловой теоремы Нернста) также нет оснований для обсуждения. Физический смысл и математическая логика теоремы очевидна, понятна, многократно экспериментально подтверждена и открывает массу возможностей для дальнейшего исследования предельных и запредельных состояний материи, энергии и объектов физического мира.

Самым спорным и проблемным выглядит второе начало термодинамики. А именно: если «*теплота не может самопроизвольно переходить от тела менее нагретого к более нагретому*», то и «*циклический процесс, единственным результатом которого является производство работы за счёт уменьшения внутренней энергии только одного теплового резервуара*» также будет невозможен.

Таким образом, самой логически понятной, физически справедливой и достоверно проверенной для второго начала термодинамики остаётся формулировка великого Клаузиуса.

В декабре 1867 года Джеймс Максвелл в письме к Питеру Тейту высказал идею устройства, нарушающего второй закон термодинамики. Через четыре года он представил её в монографии «Теория тепла». В 1874-м Томсон (Кельвин) весьма удачно назвал «демоном Максвелла» воображаемое существо, являющееся главным персонажем этого эксперимента.

Мысленный эксперимент Максвелла состоит в следующем: сосуд с газом разделён непроницаемой перегородкой на две части — правую и левую. В перегородке есть отверстие, около которого и находится микроскопический «демон Максвелла», позволяющий пролетать быстрым (горячим) молекулам газа только из левой части сосуда в правую, а медленным (холодным) молекулам — только из правой части сосуда в левую. Тогда через некоторый (достаточно большой) промежуток времени горячие (быстрые) молекулы окажутся в правом сосуде, а холодные (медленные) останутся в левом.

Таким образом, «демон Максвелла» позволит нагреть правую часть сосуда и охладить левую без дополнительного подвода энергии к системе.

При более детальном изучении эксперимента становится очевидным, что если рассмотреть замкнутую систему, включающую в себя «демона Максвелла» и сосуд, то для функционирования самого «демона» ему необходима передача энергии от внешнего источника. Тогда за счёт этой внешней энергии и производится разделение горячих и холодных молекул в сосуде, то есть переход в состояние с меньшей энтропией, но в этом случае система не будет замкнутой.

Тем не менее, этот парадокс со своим экстравагантным названием до сих пор привлекает внимание многих весьма известных учёных и изобретателей.

Так, в 1929 году приват-доцент Берлинского университета Лео Сциллард исключительно математически попытался связать информацию и энергию, но об экспериментальном физическом подтверждении математической формулы Сцилларда сведений пока нет [1]. Далее по его пути, но уже с позиций физики, пошёл советский математик Марк Рейзен, который считал, что атомы или молекулы газа могут находиться в двух долгоживущих метастабильных квантовых состояниях, и что существует множество веществ, отвечающих этому требованию.

Главный вывод из всех этих экспериментов: нахождение замкнутой термодинамической системы в двух долгоживущих метастабильных квантовых состояниях уже предполагает пересмотр нулевого и второго начал термодинамики и возможность реализации «демона Максвелла» в атомарно-квантовой области.

Теоретические и экспериментальные работы в этом направлении продолжаются многими научными сообществами. Наиболее интересны два примера:

1. По сообщению портала New Scientist, в 2010 году мысленный эксперимент с «демоном Максвелла» якобы удалось

Демон Максвелла — главный персонаж мысленного эксперимента британского физика Джеймса Максвелла. Это воображаемое разумное микроскопическое существо, деятельность которого [демон «открывает» и «закрывает» перегородку, позволяя пролетать горячим молекулам газа только из левой части сосуда в правую, а холодным молекулам только из правой части в левую] позволяет нагреть правую часть сосуда и охладить левую без дополнительного подвода энергии к системе

воплотить в реальность физикам из университетов Тюо (Chuo University) и Токио (University of Tokyo). Японцы создали два связанных шарика полистирола диаметром 0,3 мкм каждый. Один находился на поверхности стекла, второй мог вращаться вокруг первого.

Новый эксперимент, описанный в статье, опубликованной в Nature Physics, позволил также проверить гипотетическое «уравнение Ярзинского» (Jarzynski equality), описывающее преобразование информации в энергию.

2. Далее в 2015 году физики из Финляндии, США и России (И. Хаймович из Института физики микроструктур РАН) создали автономного искусственного «демона Максвелла» [2]. Практически все попытки реализовать данного «демона» техническим образом находятся в области микромира и квантовой физики, в тоже время как Максвелл рассматривал работу своего «демона» в области классической физики — корпускулярной энергомеханики. Для технической реализации «демона» в этой области следует обратить внимание на два выдающихся изобретения, которые давно применяются человеком по отдельности, но ещё не проявили себя совместным синергетическим эффектом.

Первое — это двигатель Стирлинга. Как это часто случается в науке и технике, выдающиеся достижения совершают не профессиональные учёные, а просто очень любознательные разумные люди. Таким и оказался шотландский священник Роберт Стирлинг, который в 1816 году получил английский патент №40811819 на двигатель, работающий практически на любой разнице температур. Теории цикла Стирлинга не существовало до тех пор, пока не появились работы Николя «Сади» Карно. В 1825 году Карно опубликовал свою работу «О движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу», в которой описал «цикл Карно», из которого следовало, что и цикл Стирлинга строился аналогичным образом.

Второе — тепловой насос. Концепция тепловых насосов была разработана ещё в 1852 году Томсоном (Кельвином) и в дальнейшем усовершенствована и детализирована Петером фон Риттингером, который спроектировал и установил первый известный тепловой насос в 1855-м. Тепловой насос — устройство для переноса тепловой энергии от низкотемпературного источника к высокотемпературному потребителю. В отличие от самопроизвольной передачи тепла, которая всегда происходит от горячего тела к холодному, тепловой насос переносит тепло в обратном направлении. Но для работы теплового насоса ему нужен внешний источник энергии. В процессе работы компрессор потребляет механическую или электрическую энергию. Соотношение перекачиваемой тепловой энергии и потребляемой электрической (или механической, с учётом КПД электродвигателя) называется «коэффициентом преобразования» (Coefficient of Performance, *COP*) и служит показателем эффективности теплового насоса. На практике *COP* тепловых насосов находится в пределах 2–7, а минимальное экономически эффективное его значение — не менее 4,0.

Конструкция типового теплового насоса состоит из испарителя, конденсатора, компрессора и дросселя.

Широко применяемыми в нашей повседневной жизни примерами тепловых насосов являются холодильники и кондиционеры. В то же время современные тепловые насосы могут использоваться как для нагревания, так и для охлаждения, создавая требуемый климат независимо от внешней среды.

Теоретические выводы

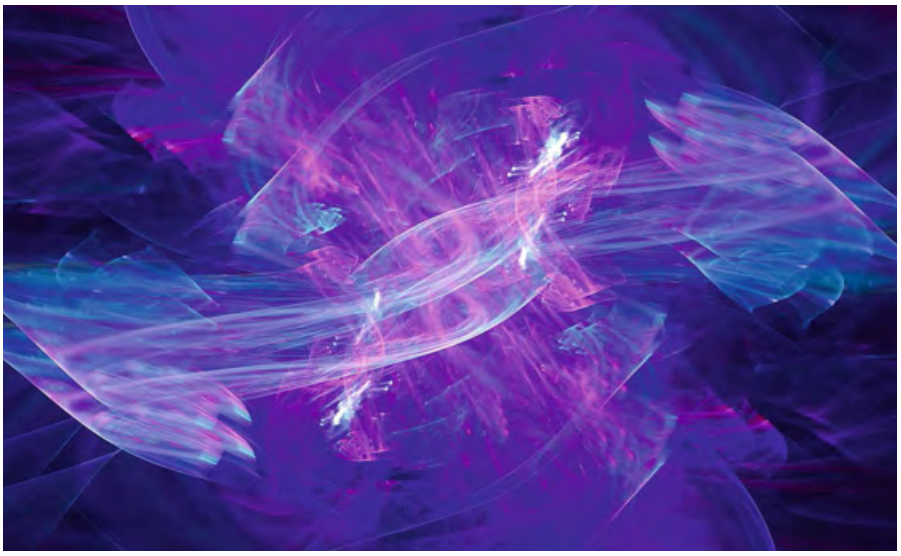
1. На уровне молекулярных, атомарных и субатомных частиц (корпускул) существуют устойчивые термодинамические системы с метастабильным состоянием.

2. Уравнение Ярзинского показывает возможность метастабильного состояния в термодинамических системах:

$\Delta F = F_a - F_b$ при $\Delta F = A$,

где ΔF — разница энергий двух частей термодинамической системы; A — работа, совершаемая этой разницей энергий.

Таким образом, закрытая корпускулярная термодинамическая система, состоящая из двух разделённых частей, обладает разницей энергий (как минимум на энергию хотя бы одной корпускулы).



Это объяснимо в рамках классической физики и теории вероятности, а именно: *«вероятность разделения движущихся корпускул одномоментно на две равные части, как по количеству корпускул, так и по количеству суммарной энергии движущихся корпускул, стремится к нулю при увеличении числа разделяемых корпускул»*. Из чего следует вывод, что даже часть работы A хотя бы одной корпускулы возможно применить в качестве работы «демона Максвелла».

Главные выводы следующие:

1. Закрытая корпускулярная термодинамическая система, в которой тепловая энергия представлена в виде суммы кинетических энергий корпускул:

$$Q = \sum_{i=1}^{n}\left(0{,}5\, m_i v_i^2\right),$$

состоящая из двух разделённых частей, обладает минимальной разницей энергий и возможностью её увеличения за счёт этой разницы.

2. Количественной связи между информацией и энергией на данное время не установлено.

Теорема

С целью подтверждения изложенных теоретических выводов предлагается доказательство следующей энергетической гипотезы: *«в изолированной термодинамической системе, состоящей из двух разделённых частей, энергия от низкотемпературной части может передаваться к высокотемпературной части за счёт внутренней энергии низкотемпературной части системы»*.

С целью доказательства данной гипотезы создаётся техническая модель «демона Максвелла», в которой испаритель теплового насоса размещается в низкотемпературной части (НЧ) системы, а конденсатор и компрессор размещаются в высокотемпературной части (ВЧ), охлаждаемая часть двигателя Стирлинга размещается в НЧ, а нагреваемая часть — в ВЧ, при этом вал двигателя Стирлинга соединяется с валом компрессора, который также располагается в ВЧ, что предусматривает возможность суммировать и учитывать тепловые потери, обусловленные трением в механической части конструкции, в энергии, перемещаемой тепловым насосом $Q_{тн}$.

Исходные данные модели:

1. Изолированная корпускулярная термодинамическая система, состоящая из двух частей, разделённых изолирующей стенкой, где энергия низкотемпературной части $Q_{нч}$ меньше энергии высокотемпературной $Q_{вч}$ на разницу $\Delta Q = Q_{вч} - Q_{нч}$.

2. Тепловой насос, перемещающий энергию $Q_{тн}$ с коэффициентом преобразования $COP = (4 \pm \Delta_{COP})$.

3. Двигатель Стирлинга с КПД = 25 %.

Двигатель Стирлинга преобразует изначальную разницу тепловых энергий частей системы ΔQ в механическую работу $A_{дс}$ с КПД = 25 %, то есть $A_{дс} = 0{,}25\Delta Q$, при этом энергия $0{,}75\Delta Q$ перемещается рабочим телом двигателя Стирлинга в низкотемпературную часть системы.

Тепловой насос, путём трансформации механической работы двигателя Стирлинга $A_{дс}$ в тепловую энергию $Q_{тн}$ с коэффициентом $COP = (4 \pm \Delta_{COP})$, перемещает тепловую энергию $Q_{тн}$ из низкотемпературной части системы в высокотемпературную и восстанавливает энергетический баланс системы. При этом тепловая энергия потерь механических систем двигателя Стирлинга и компрессора остаётся в высокотемпературной части системы и является составляющей частью $Q_{вч}$. В итоге энергетический баланс системы:

$$Q_{тн} = A_{дс} COP = 0{,}25\Delta Q(4 \pm \Delta_{COP}) = \Delta Q(\pm \Delta_{COP}).$$

Выражаясь «демонической» терминологией, «демону Максвелла» достаточно четверти изначальной разницы энергии ΔQ в высокотемпературной части системы для своей работы, чтобы восстановить эту разницу в полном объёме из низкотемпературной части системы. Причём при нехватке «демонических сил» ($-\Delta_{COP}$) восстановить ΔQ не получится, а при избытке ($+\Delta_{COP}$) ΔQ будет восстановлена с избытком. Выражаясь языком формул, при $+\Delta_{COP}$ имеет место $Q_{вч} \uparrow \max$, $Q_{нч} \downarrow \min$, и система займёт крайнее метастибильное состояние с максимальной разницей энергий $\Delta Q \uparrow$, а при $-\Delta_{COP}$ имеем $Q_{вч} \downarrow \min$, $Q_{нч} \uparrow \max$, и система займёт другое крайнее метастабильное состояние с минимальной разницей энергий $\Delta Q \downarrow$.

Схема конструкции и движения энергии показаны на рис.1. Конструкция работает следующим образом:

1. Изначально термодинамическая система находится в неравновесном состоянии с разницей энергий, достаточной для работы двигателя Стирлинга с превращением тепловой энергии в механическую с КПД = 25 %. При этом 75 % тепловой энергии перемещается рабочим телом двигателя в низкотемпературную часть термодинамической системы.

2. Двигатель Стирлинга вращает вал компрессора теплового насоса.

3. Тепловой насос посредством механической энергии перемещает рабочим телом теплового насоса энергию из низкотемпературной части в высокотемпературную часть термодинамической системы с коэффициентом $COP = (4 \pm \Delta_{COP})$.

Вывод: *«в изолированной термодинамической системе, состоящей из двух разделённых частей, энергия от низкотемпературной части системы может передаваться к высокотемпературной части системы за счёт внутренней энергии низкотемпературной части системы»*.

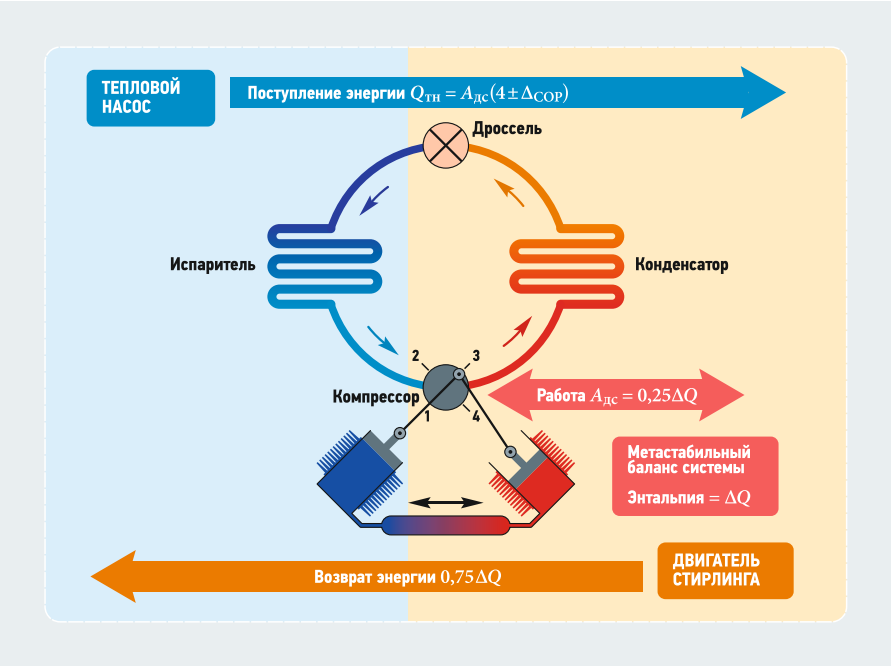


Рис. 1. Схема конструкции и движения энергии

Следствием этого является то, что на современном этапе развития науки и техники три начала термодинамики предлагается сформулировать так:

1. **Первое начало** (закон сохранения и превращения энергии для термодинамической системы): *«энергия любой замкнутой системы, при всех процессах, происходящих в ней, остаётся постоянной»*.
2. **Второе начало** термодинамики в предлагаемой формулировке: *«в изолированной термодинамической системе, состоящей из двух разделённых частей, энергия от низкотемпературной части системы может передаваться к высокотемпературной части системы за счёт внутренней энергии низкотемпературной части системы»*.
3. **Третье начало** термодинамики (тепловая теорема Нернста): *«все процессы при абсолютном нуле, при которых система переходит из одного равновесного состояния в другое, происходят без изменения энтропии»*.

В рамках данных выводов и экспериментального подтверждения получен патент РФ №2692615, поданы международные заявки ЕПО 2019000011, PCT/RU 2018/000784, автором создано экспериментальное устройство — автономная климатическая система с генерацией электроэнергии из воздушной среды, работающая на действующем объекте (в медцентре, рис. 2). Устройство работает без внешнего подключения и полностью обеспечивает климатический режим медицинского центра. Электроэнергия генерируется турбоэлектрогенератором Стирлинга собственной конструкции за счёт разницы температур внешней среды и помещения, как при отопительном режиме, так и в режиме кондиционирования.

Соотношение перекачиваемой тепловой энергии и потребляемой электрической (или механической с учётом КПД электродвигателя) называется «коэффициентом преобразования»

Выводы

В теоретическом аспекте обоснована новая трактовка второго начала термодинамики. На практике доказана эффективная электрогенерация из низкотемпературных источников — вода, воздух, грунт, солнечное излучение. Область дальнейшего развития и применения технологии термотрансформации крайне широка — от бытовых автономных холодильников, кондиционеров и тепловых насосов до энергообеспечения крупных объектов, комплексов, транспорта, поселений и городов без зависимости от угля, нефти и газа. В итоге есть реальная перспектива развития жизненного пространства в формате безуглеродной энергетики.

1. Храмов Ю.А. Силард Лео / Физики: Биографический справочник. — М.: Наука, 1983. С. 256.
2. Встроенный демон Максвелла как информационный холодильник. В сб.: Физика / Я.В. Коски, А. Кутвонен, И.М. Хаймович и др. Преподобный Летт. 115, 260602. Опубл. 30.12.2015.

References — see page 60.

Рис. 2. Экспериментальное устройство — автономная климатическая система с генерацией электрической энергии из воздушной среды

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

Analytical calculation of parameters of the humid air state in a special flow processing scheme. Pp. 36–39.

Oleg D. Samarin, PhD, Associate Professor; **Dmitry A. Kirushok**, postgraduate student, lecturer, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

1. K.D. Savichev, V.V. Gluhov. *Vlijanie jenergoemkosti VVP na kachestvo zhizni: pokazateli ocenki i metody gosudarstvennoj podderzhki* [The impact of energy intensity of GDP on quality of life: assessment indicators and methods of state support]. *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Jekonomicheskie nauki* [Scientific and technical statements of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU). Economics]. 2018. Vol. 11. No. 1. Pp. 77–86. [In Russian]
2. S.N. Bobylev, A.A. Averchenkov, S.N. Solov'eva, P.A. *Kirjushin. Jenergojeffektivnost' i ustojchivoe razvitie* [Energy efficiency and sustainable development]. Moscow. *Institut ustojchivogo razvitija. Centr jekologicheskoj politiki Rossii* [Institute for Sustainable Development. Center for Environmental Policy of Russia]. 2010. 148 p. [In Russian]
3. S.V. Tishkov, A.P. Shherbak. *Jenergojeffektivnost' i jenergosberezhenie kak osnovnye faktory jekonomicheskogo razvitija Rossii* [energy efficiency and energy saving as the main factors of Russia's economic development]. *Institucional'naja transformacija jekonomiki: rossijskij vektor novoj industrializacii: Mat. IV Mezhd. nauchn. konf.* [Institutional transformation of the economy: the Russian vector of new industrialization: Proc. of the IV International Scientific Conference] (Omsk, October 21–23, 2015). Omsk. 2015. Pp. 298–303. [In Russian]
4. E.V. Andreeva, V.I. Klepikov. *Integracija zarubezhnyh rynkov jelektrojenergii* [Integration of foreign electricity markets]. Moscow. *Associacija "NP sovet rynka"* [The "NP Market Council" Association]. 2017. 121 p. [In Russian]
5. A.R. Kuznecova, R.Z. Saitova, A.I. Ahmet'janova. *Problemy razvitija nauki v sovremennyh uslovijah v Rossijskoj Federacii* [Problems of the development of science in modern conditions in the Russian Federation]. *Rossijskij jelektronnyj nauchnyj zhurnal* [Russian electronic scientific journal]. 2016. No. 2. Pp. 189–203. [In Russian]
6. V.V. Okrepilov, T.I. Leonova. *Modeli optimizacii v jekonomike kachestva* [Optimization models in the economy of quality]. *Jekonomicheskaja nauka sovremennoj Rossii* ["The economic science of modern Russia" Magazine]. 2016. No. 4. Pp. 22–29. [In Russian]
7. Fereidoon P. Sioshansi, Pfaffenberger W. Electricity Market Reform: An International Perspective. 1st Edition. Elsevier Science. 2006. 688 p.
8. S. Cheng, M. Chen. Multi-objective reactive power optimization strategy for distribution system with penetration of distributed generation. International Journal of Electrical Power & Energy Systems. 2014. No. 10. Pp. 221–228.
9. V.N. Bogoslovskij. *Kondicionirovanie vozduha i holodosnabzhenie: Uchebnik dlja vuzov* [Air conditioning and cooling: A textbook for universities]. V.N. Bogoslovskij, O.Ja. Kokorin, L.V. Petrov; Edited by V.N. Bogoslovskij. Moscow. *Strojizdat* [Publishing House of literature on the construction and architecture of the USSR ("Stroiizdat" Publishers)]. 1985. 367 p. [In Russian]
10. O.D. Samarin, K.I. Lushin, D.A. *Kirushok. Jenergosberegajushhaja shema obrabotki vozduha s kosvennym isparitel'nym ohlazhdeniem v plastinchatyh rekuperatorah* [Energy saving scheme of air treatment with indirect evaporative cooling in plate heat recovery units]. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* ["Residential construction" Magazine]. 2018. No. 1–2. Pp. 43–45. [In Russian]
11. O.D. Samarin, D.A. Kirushok. *Ocenka parametrov naruzhnogo klimata dlja obrabotki vozduha s kosvennym isparitel'nym ohlazhdeniem v plastinchatyh rekuperatorah* [Estimation of external climatic parameters for air treatment with indirect evaporative cooling in plate heat recovery units]. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* ["Residential construction" Magazine]. 2018. No. 4. Pp. 41–43. [In Russian]
12. O.D. Samarin. *Osnovy obespechenija mikroklimata zdanij* [Fundamentals of building microclimate maintenance]. Moscow. *Izd-vo ASV* [Publishing House of the Association of Construction Universities]. 2014. 208 p. [In Russian]

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

Russian photovoltaic. Pp. 46–54.

Vitalij A. Butuzov, Doctor of Technical Sciences, Kuban State Agrarian University of I.T. Trubilin (Krasnodar city)

1. V.A. Butuzov. *Stoletnij opyt raboty rossijskih nauchnyh shkol solnechnogo teplosnabzhenija* [Hundreds of years of experience in the work of Russian scientific schools of solar heat supply]. *Jenergija: jekonomika, tehnika, jekologija* ["Energy: economics, technology, ecology" Magazine]. 2019. No. 2. Pp. 16–29.
2. *Sessii, s#ezdy, konferencii. Pervoe Vsesojuznoe soveshhanie po geliotehnike* [Sessions, congresses, conferences. The first All-Union meeting on solar technology]. Web-source: nachaucheba.ru. Access data: April 20, 2020.
3. B.V. Tarnizhevskij. *Solnechnyj krug. Jenergeticheskij institut im. G.M. Krzhizhanovskogo: Vospominanija starejshih sotrudnikov* [Solar circle. "Khrzhizhanovsky Power Engineering Institute" Stock Co.: Reminiscences of the oldest employees]. B.V. Tarnizhevskij, I.T. Alad'ev et al. RAO "EJeS Rossii" ["Unified Energy Systems of Russia", Russian JSC]. Moscow. *JeNIN* ["Khrzhizhanovsky Power Engineering Institute" Stock Co.]. 2000. 205 p.
4. P.P. Bezrukih. *Istoricheskie jetapy i perspektivy razvitija vozobnovljaemoj jenergetiki Rossii* [Historical stages and prospects for the development of renewable energy in Russia]. *Jenergeticheskaja politika* ["Energy policy" Magazine]. 2005. No. 5. Pp. 44–63.

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

5. *"Kvant": jenergija pobedy* ["Quant": the energy of victory]. Moscow. *Izd-vo "MAKD"* ["MAKD" Publishing House]. 2009. 184 p.
6. *Sbornik, posvjashhennyj 100-letiju N.S. Lidorenko* [Collection dedicated to the 100th anniversary of N.S. Lidorenko]. *AO "NPP "Kvant"* ["Quant" Scientific and Production Enterprise", JSC]. Web-source: npp.kvant.ru. Access data: April 20, 2020.
7. D.S. Strebkov. *Matrichnye solnechnye jelementy* [Matrix solar cells]. Vol. 1. 2th edition. Moscow. *GNU VIJeSH* [State Scientific Institution All-Russian Research Institute of Agricultural Electrification]. 2010. 119 p.
8. D.S. Strebkov, Je.V. Tver'janovich. *Koncentratory solnechnogo izluchenija* [Concentrators of solar radiation]. Moscow. *GNU VIJeSH* [Publishing House of the State Scientific Institution All-Russian Research Institute of Agricultural Electrification]. 2007. 315 p.
9. D.S. Strebkov. *Tehniko-jekonomicheskie pokazateli solnechnyh jelektroustanovok* [Technical and economic indicators of solar electrical installations]. *Geliotehnika* ["Solar technology" Magazine]. 2018. No. 5. Pp. 43–48.
10. Y.V. Daus, V.V. Kharchenko. Evaluating the applicability of data on total solar radiation intensity derived from various of actinometric information. Applied Solar Energy. 2018. No. 3. Pp. 17–20.
11. Ju.D. Arbuzov, V.M. Evdokimov, V.A. Majorov. *Issledovanie predel'nyh teplovyh i fiziko-jenergeticheskih harakteristik fotojelektricheskih preobrazovatelej koncentrirovannogo solnechnogo izluchenija* [Investigation of the limiting thermal and physical-energy characteristics of photoelectric converters of concentrated solar radiation]. *Geliotehnika* ["Solar technology" Magazine]. 2017. No. 4. Pp. 5–10.
12. O.S. Popel', V.E. Fortov. *Vozobnovljaemaja jenergetika v sovremennom mire* [Renewable energy in the modern world]. Moscow. *Izd-vo MJeI* [Publishing House of the National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (NRU "MPEI")]. 2015. 450 p.
13. A.B. Tarasenko, O.S. Popel', S.V. Kiseleva. *Sovremennoe sostojanie fotojenergetiki v Rossii i za rubezhom* [The current state of the photovoltaic industry in Russia and abroad]. *Geliotehnika* ["Solar technology" Magazine]. 2018. No. 3. Pp. 69–82.
14. O.S. Popel', A.B. Tarasenko. *Sostojanie i perspektivy napravlenija razvitija tehnologij fotojelektricheskih preobrazovatelej jenergii* [State and prospects for the development of technologies for photoelectric energy converters]. *Aktual'nye problemy osvoenija vozobnovljaemyh jenergoresursov: Mat. XI shkoly molodyh uchenyh im. Je.Je. Shpil'rajna* [Actual problems of development of renewable energy resources: Proc. of the XI School of Young Scientists named after E.E. Spielrain]. Mahachkala. 2019. Pp. 4–19.
15. K.S. Degtjarev. *Sostojanie i territorial'naja organizacija fotovol'taicheskoj solnechnoj jenergetiki v Rossii* [State and territorial organization of photovoltaic solar energy in Russia]. *Okruzhajushhaja sreda i jenergovedenie* ["Environment and Energy Science" Magazine]. 2019. No. 1. Pp. 23–38.
16. Ju.G. Kolomiec, A.Ja. Men'shikov, A.B. Tarasenko. *Vlijanie urovnja insoljacii na kachestvo jelektricheskoj jenergii i KPD preobrazovanija dlja setevyh fotojelektricheskih stancij* [Influence of the level of insolation on the quality of electrical energy and conversion efficiency for network photovoltaic power plants]. *Geliotehnika* ["Solar technology" Magazine]. 2018. No. 3. Pp. 9–14.
17. S.V. Kiseleva, O.S. Popel', A.B. Tarasenko. *Ocenka jeffektivnosti sozdanija setevyh fotojelektricheskih stancij v nekotoryh rajonah Central'noj Azii i Zakavkaz'ja* [Evaluation of the effectiveness of creating network photovoltaic stations in some areas of Central Asia and the Caucasus]. *Geliotehnika* ["Solar technology" Magazine]. 2017. No. 2. Pp. 13–18.
18. S.E. Frid, A.B. Tarasenko. *Ispol'zovanie fotobatarej dlja gorjachego vodosnabzhenija. Opyt i perspektivy* [Use of photo batteries for hot water supply. Experience and prospects]. *Al'ternativnaja jenergetika i jekologija* ["Alternative energy and ecology" Magazine]. 2018. No. 16–18. Pp. 23–28.
19. *Geoinformacionnaja sistema "Vozobnovljaemye istochniki jenergii Rossii" (GIS VIJe)* ["Renewable Energy Sources of Russia" Geographic Information System (GIS RES)]. Web-source: gisre.ru. Access data: May 13, 2017.
20. O.S. Popel', S.E. Frid, Ju.G. Kolomiec, S.V. Kiseljova, E.N. Terehova. *Atlas resursov solnechnoj jenergii na territorii Rossii* [The Atlas of solar energy resources in Russia]. Moscow. *OIVT RAN* [Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences]. 2010.
21. OOO "Jenergokontrakt" ["Energocontract", LLC]. Web-source: energocontract-orenburg.ru. Access data: April 20, 2020.
22. R.A. Molchanova, I.V. Novoselov, Je.A. Abdullina, G.R. Zakirova. *Jeffektivnost' solnechnyh jelektrostancij na primere uslovij Respubliki Bashkortostan* [The efficiency of solar power plants on the example of the conditions of the Republic of Bashkortostan]. *Jenergobezopasnost' i jenergosberezhenie* ["Energy security and energy saving" Magazine]. 2019. No. 4. Pp. 25–32.

Low-temperature electric power generation. Pp. 55–59.

Sergey G. Bayakin, PhD, an academician of the International Academy of Ecology and Life Safety (MANEB), project manager, Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences" (Krasnoyarsk city)

1. Ju.A. Hramov. *Silard Leo* [Szilárd Leó]. *Fiziki: Biograficheskij spravochnik* [Physics: A Biographical Reference]. Moscow. *Nauka* ["The Science" Publishers]. 1983. P. 256.
2. Ja.V. Koski, A. Kutvonen, I.M. Hajmovich et al. *Vstroennyj demon Maksvella kak informacionnyj holodil'nik. V sb.: Fizika* [Built-in Maxwell's Demon as an information refrigerator. In the coll.: Physics]. *Prepodobnyj Lett.* [The Reverend Lett.] 115, 260602. Publ.: December 30, 2015.

4-6 СЕНТЯБРЯ 2020

VI ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ
РОССИЯ

www.rusenergoforum.ru

МОСКВА – ТВЕРЬ – МОСКВА

Уважаемые друзья, коллеги!
ПРИГЛАШАЕМ ВАС
К УЧАСТИЮ В VI ВСЕРОССИЙСКОМ ФОРУМЕ
«ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ РОССИЯ»!
www.rusenergoforum.ru

Организатор:
Национальное объединение организаций в области энергосбережения
и повышения энергетической эффективности (НОЭ)

при поддержке:
РОО «Общественный Совет по развитию саморегулирования»

Генеральный информационный партнёр:
Журнал СОК (Сантехника. Отопление.
Кондиционирование. Энергосбережение)

Стратегический партнёр:
Отраслевой журнал «Строительство»

Официальная поддержка:
Государственная Дума Федерального Собрания Российской Федерации
Министерство энергетики Российской Федерации
Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации
Министерство экономического развития Российской Федерации

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА

XII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

X МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС

Энергосбережение и энергоэффективность.

IT ТЕХНОЛОГИИ. ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ. ЭКОЛОГИЯ

6-9 ОКТЯБРЯ 2020

Санкт-Петербург

Организатор

FarEXPO

Тел.: +7 (812) 777-04-07; +7 (812) 718-35-37; st@farexpo.ru www.farexpo.ru

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1

Генеральный информационный партнер

ЭНЕРГЕТИКА И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РОССИИ

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

ufi Approved Event

КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ

BOILERS AND BURNERS

6-9 октября 2020

Санкт-Петербург

X Международный конгресс

Энергосбережение и энергоэффективность – динамика развития

ОРГАНИЗАТОР: FarEXPO

Тел.: +7(812) 777-04-07; 718-35-37 st@farexpo.ru www.farexpo.ru

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1, павильон G

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР: АВОК Вентиляция Отопление Кондиционирование

27-29 ОКТЯБРЯ 2020

МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

HEAT&POWER

Единственная в России международная выставка промышленного котельного, теплообменного и электрогенерирующего оборудования

- Более **300** брендов ведущих мировых производителей
- Более **2500** посетителей – конечных потребителей и дилеров продукции для теплоэлектроснабжения предприятий

Получите бесплатный билет по промокоду SOK20

heatpower-expo.ru

Организатор

Международная Выставочная Компания

+7 (495) 252 11 07
heatpower@mvk.ru

aqua THERM MOSCOW

2-я Международная отраслевая Премия

2nd International Industry Award

AQUATHERM MOSCOW AWARDS 2021

Подайте заявку на участие во 2-й Международной отраслевой Премии

aquatherm-moscow.ru

Номинируйте ваши продукты, проекты, услуги, достижения и получите масштабную яркую PR-кампанию, а также престижную награду, отмечающую особый статус вашей компании на рынке

Reed Exhibitions®

Hyve

C.O.K.

0+

ООО «РЕПКО»

• Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Брянск • Владимир • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Тверь • Тула • Великий Новгород • Петрозаводск • Казань • Набережные Челны • Нижний Новгород • Чебоксары • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Пенза • Саратов • Саранск • Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Брянск • Владимир • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Тверь • Тула • Великий Новгород • Петрозаводск • Казань • Набережные Челны • Нижний Новгород • Чебоксары • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Пенза • Саранск • Саратов • Москва • Санкт-Петербург • Брянск • Владимир • Калуга • Белгород • Воронеж • Тверь • Липецк • Тула • Рязань • Великий Новгород • Чебоксары • Набережные Челны • Казань

LUNDA

для профессионалов

Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Пенза • Саратов • Саранск • Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Казань • Владимир • Воронеж • Великий Новгород • Калуга • Петрозаводск • Липецк • Рязань • Казань • Чебоксары • Набережные Челны • Тверь • Тула • Ростов-на-Дону • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Сочи • Пенза • Владимир • Нижний Новгород • Саранск • Москва • Санкт-Петербург • Саратов • Белгород • Брянск • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Чебоксары • Тверь • Тула • Великий Новгород • Петрозаводск • Казань • Набережные Челны • Нижний Новгород • Брянск • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск •

www.lunda.ru

Реклама