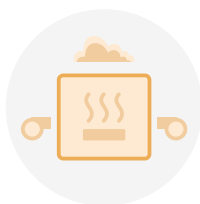




18

О качестве,
обмерах
и расходах воды



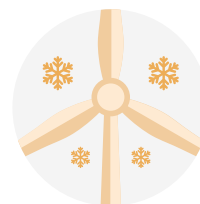
44

О режимах
сушильных
камер



52

VRF или чиллер?
Сравнительный
анализ. Часть 4



76

Работа ВЗУ:
боремся
со льдом

ВЕЗА

НОВЫЙ АГРЕГАТ
ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ
ОТ КОМПАНИИ ВЕЗА

▶ АВО-С

Современный
дизайн
и эффективное
распределение
воздушных
потоков

- 25-75 кВт
- 3 скорости вентилятора



25–27 ОКТЯБРЯ 2022
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

HEAT&POWER



**7-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ПРОМЫШЛЕННОГО КОТЕЛЬНОГО, ТЕПЛООБМЕННОГО
И ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ**



На правах рекламы.

Организатор
МVK Международная
Выставочная
Компания

ЗАБРОНИРУЙТЕ СТЕНД
heatpower-expo.ru

Вся мощь
в Вашем распоряжении

 **navien**

DELUXE S



Альтернативное решение
для котельных



Повышенная производительность
ГВС до 23 л/мин



Большая отапливаемая площадь
(до 400 м²)



Компактность и надежность



Настенные газовые
двухконтурные котлы

НОВИНКА

30/40 кВт

Новые мощности в серии
NAVIEN DELUXE S



[Российский унитаз с подачей воды в чашу под повышенным давлением](#)

В настоящее время семейство европейских унитазов включает два вида устройств: напольные и настенные. Среди достоинств напольных унитазов — если бачок устанавливался на полочке унитаза, то никаких строительных работ больше проводить не нужно, а унитаз можно продвинуть ближе к стенке.

30



[Обязательную сертификацию отопительных приборов планируется сохранить](#)

АПРО оперативно обратилась в Минпромторг России с предложениями по сохранению обязательной сертификации отопительных приборов всех типов и обоснованности их «перевода» на оценку соответствия в форме декларирования на основе собственных доказательств в рамках реализации ПП РФ №353.

43



[О температурных режимах в сушильных камерах тентового типа](#)

Представлены результаты исследования влияния размеров укрытия, размеров окрашенного модуля, температур окружающей среды и воздуха после калорифера, параметров вентилятора, способов размещения вентилятора и вытяжной вентиляции на диапазон изменения температур воздуха в тентовом укрытии.

44



[VRF или чиллер? Анализ систем кондиционирования воздуха. Часть 4](#)

Итак, мы подошли к самому интересному для конечного заказчика или инвестора, а именно к оценке стоимости систем кондиционирования воздуха. Из чего состоят капитальные затраты? Большую часть занимает стоимость оборудования, затем идёт стоимость материалов и далее — стоимость работ...

52



[Вопрос об удалении кондиционеров с фасадов зданий](#)

Сплит-системы состоят из двух блоков (внутреннего и внешнего), соединённых медными трубами. Внутренний расположен в помещении, наружный размещают на стене здания, как правило, возле окна. И это часто становится проблемой — иногда нарушается концепция архитектурного решения фасада...

62



[Преобразование отходов лесопереработки в водород двухстадийным пиролизом](#)

Представлено исследование коры различных деревьев в качестве сырья для производства синтез-газа с высоким содержанием водорода методом двухстадийной пиролитической конверсии. Перспективными материалами для производства водорода данным методом являются кора берёзы и осины...

66

Учредитель и издатель

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

Директор

Константин Михасев

Главный редактор

Александр Николаевич Гудко

Технические редакторы

Сергей Брух, Александр Говорин

Руководитель отдела рекламы

Татьяна Пучкова

Ответственный секретарь

Ольга Юферева

Дизайн и верстка

Роман Головкин

Редакционная коллегия

Председатель:

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

М.В. Бодров*, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО ННГАСУ

А.Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ

П.И. Дячек, д.т.н., проф., БНТУ

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

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»

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

О.А. Сотникова, д.т.н., проф., ВГТУ

С.К. Шерязов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО УрГУ

А.Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ

Секция «ВИЗ»

В.В. Елистратов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО СПбГПУ

П.П. Безруких, д.т.н., акад.-секр. секции «Энергетика» РИА

В.А. Булузов, 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, акад. РИА

Секция «Биоэнергетика»

Р.Г. Васильев*, д.б.н., проф., президент ОБР

Ю.Ф. Лачуга, акад. РАН, член презид. РАН, д.т.н., проф.

В.В. Масоедова, д.х.н., проф., эксперт РАН, ФБГУН ИХФ РАН

А.Н. Васильев, д.т.н., проф., ВИЭСХ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

* Руководитель секции.

Адрес редакции: 143085, Московская обл., Одинцовский р-н, раб. пос. Заречье, ул. Тихая, д. 13, корп. 2

Тел/факс: +7 (495) 665-00-00

E-mail: media@mediatechnology.ru

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС77-56668.

Подписной индекс: П1895.

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

Адрес в Интернете

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

Отпечатано в типографии

«Тверской Печатный Двор» (адрес: 170518, Тверская обл., Калининский р-н, с. Никольское, д. 26)

Тираж 15 000 экз. Цена свободная.

Выпуск № 244 (04/2022). Дата выхода: 23.05.2022.

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

ISSN 1682-3524

Новости

4

Информация от компаний

7

События

[АПРО обсуждает антикризисные меры поддержки отрасли](#)

8

ВМ-проектирование

[Создание и настройка УГО точки контроля с помощью комплексной системы Model Studio CS](#)

10

Интервью

[Делать надо так, как выгодно отечественной отрасли](#)

12

Сантехника и водоснабжение

[О качестве, объемах и расходах воды](#)

18

[Компакт-унитаз «европейского» типа в соответствии с требованиями ГОСТ](#)

22

[Технологии и управление системой производства удобрений из осадков дождевых вод](#)

27

[Российский унитаз с подачей воды в чашу под повышенным давлением](#)

30

[Оценка значимости риска влияния климата на состояние иловых площадок](#)

34

Отопление и ГВС

[Отечественная отрасль производства отопительных приборов нуждается в новых мерах госрегулирования и поддержки](#)

40

[Обязательную сертификацию отопительных приборов планируется сохранить](#)

43

[Исследование температурных режимов в сушильных камерах тентового типа](#)

44

Кондиционирование и вентиляция

[Решения для систем воздушного охлаждения дата-центров от компании «ВЕЗА»](#)

48

[VRF или чиллер? Сравнительный анализ современных фреоновых и водяных систем кондиционирования воздуха. Часть 4](#)

52

[К обсуждению охладителя воды для систем кондиционирования воздуха](#)

58

[Решение вопроса удаления кондиционеров с фасадов зданий](#)

62

[Эффективность гиррегулируемых приточных устройств](#)

64

Энергосбережение и ВИЭ

[Преобразование отходов лесопереработки в водород методом двухстадийного пиролиза](#)

66

[Целесообразность применения ВЭУ при энергоснабжении нефтегазодобывающей платформы в Каспийском море](#)

70

[Обзор противообледенительных систем применительно к лопастям ветроэлектрических установок](#)

76

References

80

Одной строкой

•• Компания LG Electronics пятый год подряд была отмечена наградой Института кондиционирования воздуха, отопления и охлаждения (AHRI) за производительность.

•• Два четырёхэтажных дома из CLT-панелей, первые в России, начали строить в городе Соколе Вологодской области. Проект реализует Segezha Group из материалов своего производства.

•• Один из ведущих автоконцернов Японии Honda заявил о намерении представить 30 новых моделей электромобилей к 2030 году с общим объёмом выпуска более 2 млн штук в год.

•• Технический центр Hyundai America и канадская компания Workspport тестируют солнечную батарею Solis и систему накопления энергии COR на пикапах Santa Cruz. Совместный проект направлен на активное использование солнечной энергии на серийных моделях Hyundai.



•• Проект инновационного двухроторного ветрогенератора был предложен легендарным конструктором в сфере авиационных моторов А.Г. Бакановым ещё в 2016 году. «Сколково» превратило его разработку в стартап и занялось продвижением. Возможно, именно сейчас, когда тема импортозамещения особенно актуальна, отечественную ветротурбину оценят по достоинству.

•• Компания Lunda («Лунда») стремится быть рядом с клиентом и обеспечивать его потребности в профильном инженерном оборудовании. В 2022 году в Воронеже открыт новый филиал «ЛУНДА — Ясный». В Сестрорецке, расположенном в пригороде Санкт-Петербурга, также открыт новый офис продаж со складом на 5000 уникальных артикулов. В Липецке филиал компании переехал в новый офис со складом на 3000 товарных позиций.

•• Компания «Пеноплэкс» инвестирует в модернизацию линий для производства ПВХ-мембран Plastfoil на заводе в городе Кириши Ленинградской области. По окончании модернизации производственная мощность линий по изготовлению ПВХ-мембран составит более 20 млн м² продукции в год.



Новинка 2022 года – настенные газовые котлы NAVIEN Deluxe S 30 и 40 кВт

Компания KD NAVIEN представила новинку 2022 года — настенные газовые котлы NAVIEN Deluxe S мощностью 30 и 40 кВт. Появление этих мощностей предоставляет компактное, удобное и современное решение для отопления и горячего водоснабжения помещений площадью 300 и 400 м². Главные преимущества настенных газовых котлов NAVIEN Deluxe S 30 и 40 кВт: большая отапливаемая площадь (до 400 м²); по-

вышенная производительность по ГВС (до 22,9 л/мин); альтернативное решение (замена напольному котлу); выносной пульт управления в комплекте с котлом; усовершенствованная гидравлическая группа европейского типа; универсальная коаксиальная система дымоудаления; компактность, надёжность и удобство монтажа; низкий уровень шума. Котлы доступны на складе компании в Москве с 1 мая 2022 года.



Геотермальные тепловые насосы ecoGEO+

Компания Ecoforest представила новинку в линейке геотермальных тепловых насосов: ecoGEO+ поставляется со встроенным электронным менеджером, позволяющим эффективно управлять энергопотреблением дома. Это новое поколение улучшает интеграцию и управление геотермальными тепловыми насосами в установке. ecoGEO+ — это самый совершенный геотермальный тепловой насос на рынке с инверторной технологией и компрессорами с регулируемой скоростью, которые способствуют достижению очень высокой сезонной производительности. Ecoforest выпустила на рынок свой первый геотермальный тепловой насос в 2012 году. В настоящее время Ecoforest является единственным испанским производителем этого продукта и наиболее специализирующимся на инверторных технологиях.

АСКОН

Pilot-FLY для работы с проектной документацией

Для линейки решений Pilot, автоматизирующих инженерно-технический документооборот в строительстве, появился мобильный клиент Pilot-FLY под Android и iOS. С его помощью руководители и специалисты стройконтроля смогут работать с документами и процессами заданий по проектам на смартфонах и планшетах.



Корпоративная база документов Pilot будет доступна сотрудникам, находящимся в командировке или на стройплощадке. Пользователь Pilot-FLY сможет просмотреть или согласовать документы, принять или отклонить задание, контролировать выполнение заданий и процессов, быстро найти по атрибутам и QR-коду нужный документ, размещённый в системах Pilot-ICE, Pilot-ICE Enterprise, Pilot-ECM или Pilot-BIM.

Источник: isicat.ru

Робот для осмотра и ремонта промышленных трубопроводов



Компания General Electric представила червеобразного робота Pipe-worm, предназначенного для осмотра, ремонта и картографирования промышленных трубопроводов. Он оснащён специальными сенсорными усиками, позволяющими ориентироваться в пространстве и успешно передвигаться в трубе при изменении её диаметра и расположения.

Робот использует искусственный интеллект, позволяющий ему прокладывать себе путь через тёмные и неизвестные участки трубопроводной сети.

Помимо сбора информации и мониторинга он может очищать трубы от твёрдых масс

отходов. Pipe-worm уже прошёл успешные испытания в трубопроводе длиной более 100 м. Сейчас разработчики пробуют адаптировать его для проведения инспекции и ремонта реактивных двигателей и силовых установок в авиационной отрасли.



Испытание робота Pipe-worm (видео размещено на сайте журнала СОК)

Одной строкой

По сообщению пресс-службы столичного департамента инвестиционной и промышленной политики, в Москве запущено производство отечественных труб из термостойкого полиэтилена PE-RT. Их изготовлением занялась группа «Полипластик».

В преддверии завершения учебного года Российская Ассоциация Ветроиндустрии (РАВИ) решила помочь выпускникам 2022 сориентироваться в выборе образовательного учреждения и будущей профессии. Для тех, кто планирует связать свою жизнь с возобновляемой энергетикой, в РАВИ подготовили подборку образовательных программ бакалавриата и магистратуры, которые предлагают вузы — члены РАВИ.

ПАО «РусГидро» разработало инновационную гибридную систему накопления энергии с использованием различных типов батарей, которые одновременно функционируют в составе одного устройства. Накопитель предназначен в том числе для работы в небольших изолированных энергосистемах вместе с объектами возобновляемой энергетики.

В 2022 году, реализуя концепцию социальной ответственности, Технопарк «Русклимат ИКСЭл» стал спонсором Федерации бокса Владимирской области.

ВРИО губернатора Владимирской области и председатель совета директоров ТПХ «Русклимат» посетили город Карабаново Александровского района. В ходе визита была осмотрена территория бывшей ткацкой фабрики «Карабановский текстиль», которая рассматривается в качестве базы для нового производства в сфере микроэлектроники.

Главой Комитета по промышленному программному обеспечению и стандартизации при Ассоциации разработчиков программных продуктов (АРПП) назначен исполнительный директор компании «СиСофт Разработка» Михаил Бочаров.

Около половины угольных шахт Турции могут быть преобразованы в солнечные фермы, способные генерировать достаточно возобновляемой энергии для удовлетворения потребностей почти 7 млн домов в год, пишет турецкая «Сабах».

К 2025 году Китай намерен довести годовую мощность внутреннего производства энергии до более чем 4,6 млрд тонн стандартного угля, согласно плану, совместно опубликованному Национальной комиссией по развитию и реформам и Национальным управлением энергетики Китайской Народной Республики.

КОТЕЛ HYDROMOTRIX EVOLUTION

25 - 32 - 45 кВт



НОВИНКА 2022
45 кВт
ПРИНУДИТЕЛЬНАЯ ТЯГА

Низкотемпературный котел премиум класса, Идеально подходит для реновации котельной

- **одноконтурный или двухконтурный**
- **настенный или напольный**
- **насос стандарта ErP**
- **встроенная функция модульной котельной**

www.frisquet.com

ООО «ФРИСКЕ РУС»
125040, Российская Федерация, г. Москва
3-я ул. Ямского Поля, дом 28

Одной строкой

:: Председатель Правительства РФ Михаил Мишустин подписал распоряжение о стимулировании дальнейшего развития возобновляемой энергетики. Распоряжением утверждаются финансовые параметры (предельные величины капитальных и эксплуатационных затрат) на период после 2024 года для проведения конкурсных отборов инвестиционных проектов по строительству объектов ВИЭ-генерации на розничных рынках электроэнергии.

:: В России может быть введена оплата за тепло только в отопительный сезон. Соответствующий проект постановления правительства, подготовленный в Минстрое, размещён на федеральном портале проектов правовых актов. В документе указано, что перейти на оплату за отопление только в отопительный период должны к 1 января 2024 года все регионы страны, кроме Москвы.

:: По данным агентства Ember, в 2021 году 10% мировой электроэнергии были произведены благодаря ветровой и солнечной генерации. На данный момент уже более 50 стран, включая Китай, Японию и Австралию, получают минимум десятую часть своей энергии от ветра и солнца.

:: С начала года в Китае резко возросло количество установленной мощности ветряных и солнечных электростанций, поскольку страна активно прилагает усилия для достижения углеродной нейтральности, свидетельствуют данные Государственного управления по делам энергетики КНР. Об этом говорится в сообщении информационного агентства «Синьхуа».

:: Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК, IPCC) опубликовала в понедельник третий том Шестого оценочного доклада. В документе, насчитывающем 2800 страниц, анализируются меры по сокращению парниковых газов. В частности, эксперты ООН рекомендуют срочно отказаться от ископаемого топлива в пользу углеродно-нейтральных источников энергии.

:: Власти китайской провинции Хайнань запустили новую меру поддержки покупателей автомобилей на альтернативных источниках энергии. Все, кто в 2022 году купит гибридный, водородный или полностью электрический авто, будут поощрены субсидией в размере 1500–2000 юаней.

:: Для достижения углеродной нейтральности к середине века нужно в четыре раза увеличить мощность мировой ветроэнергетики, считает Глобальный совет по ветроэнергетике (GWEC).

:: Около 45% всех потребностей Черногории в электроэнергии покрывается с помощью ветряных электростанций, что ставит её на первое место среди стран, которые получают электроэнергию от ветра, сообщил портал Windeurope.



Electrolux

Electrolux представил новинку – сплит-систему Crystal Air Super DC

Electrolux представил новинку на климатическом рынке 2022 года — инверторную сплит-систему с притоком свежего воздуха. Crystal Air Super DC — сплит-система, которая обеспечивает постоянное присутствие свежего воздуха в помещении.

Благодаря встроенной системе приточной вентиляции кондиционер может подавать в дом до 60 м³ свежего воздуха в час.

Ультрафиолетовое излучение эффективно и быстро уничтожает болезнетворные бактерии, споры грибов, а также штаммы вирусов гриппа и новой коронавирусной инфекции SARS-CoV-2.

Высокоэффективный фильтр HEPA класса H11 задерживает до 95% мельчайших частиц пыли, сажи, пыльцы, спор грибов и других загрязнителей размером от 2 мкм.

Инверторные технологии дают возможность достичь рекордных показателей при работе на охлаждение (SEER A+++). В вашем доме всегда будет прохладно, независимо от температуры воздуха снаружи.

Пульт дистанционного управления и функция I-Feel делают управление кондиционером максимально удобным. Устройство измеряет температуру в месте нахождения пульта и создаёт в этой зоне комфортные условия.

WILO

Wilо-HiMulti 5 для обеспечения бесперебойного водоснабжения



Компания WILO представила насос премиум-класса для обеспечения бесперебойного водоснабжения Wilo-HiMulti 5. Агрегат гарантирует неизменный, комфортный напор воды независимо от количества одновременно работающих в доме сантехнических приборов. Оптимальное давление воды обеспечивается за счёт автоматического плавного регулирования частоты вращения.

Экономия электроэнергии по сравнению с нерегулируемыми насосами Wilo достигает 33%. Низкое энергопотребление Wilo-HiMulti 5 до-

стигается за счёт использования высокоэффективной гидравлики и непрерывного автоматического регулирования насоса под требуемый расход и заданный напор. Насос оснащён защитой от избыточного давления, от «сухого хода», от перегрузки, высокого и низкого напряжения, а также защитой от блокировки ротора, перегрева и замораживания.

Благодаря двум шумозащитным кожухам, созданным по уникальной технологии WILO, шум, издаваемый Wilo-HiMulti 5 во время своей работы, не превышает 50 дБ(А). Низкий шум обеспечивается ещё и за счёт наличия у насоса рубашки водяного охлаждения вместо охлаждающего вентилятора для отвода тепла.

Интуитивное управление с помощью технологии «зелёная кнопка» позволяет выбирать необходимые параметры, которые отражаются на ЖК-дисплее. Благодаря компактной конструкции насос прост в монтаже и удобен в подключении.

Отечественные импортозамещающие теплообменники **ТТАИ**

30 лет назад в Севастополе ведущими специалистами бывшего головного в структуре Минсудпрома СССР закрытого проектного бюро было создано **ООО «Теплообмен»**. **ООО «Теплообмен»** было создано с целью не потерять наработки советского ОПК в области тепломассообмена, полученные в рамках закрытых работ при создании теплообменников различного назначения для всех типов и классов боевых кораблей СССР. Уже в 1991 году было решено использовать имеющийся научный задел для создания теплообменников, предназначенных для общепромышленного применения. Первые образцы таких аппаратов, получивших маркировку **ТТАИ**, были изготовлены и в 1992 году поставлены на опытную эксплуатацию. Эти образцы полностью подтвердили расчётные характеристики, многократно превосходя появлявшиеся в то время на рынке западноевропейские пластинчатые теплообменники — первые образцы теп-

лообменников **ТТАИ** на сопоставимые условия были примерно в 10 раз легче западноевропейских разборных пластинчатых аппаратов, имели в 8–10 раз меньший габаритный объём, были радикально проще в монтаже и обслуживании, тре-

бовали для своего размещения во много раз меньшие производственные площади и были существенно дешевле.

Сегодня выпуск теплообменников **ТТАИ** (на фото), типоразмерный ряд которых превышает 16 тыс. позиций, осуществляется в собственном здании на современном оборудовании. Теплообменники **ТТАИ** для обширного круга задач по всему комплексу потребительских свойств превосходят западноевропейские теплообменники, в том числе пластинчатые.

ООО «Теплообмен» также разработало и выпускает смежные изделия: **рекуператоры тепла вентиляционного воздуха «ТеФо»**, гидравлические стрелки и пр.

Директор ООО «Теплообмен»
(г. Севастополь), Почётный член Союза энергетиков Северо-Запада России, профессор, к.т.н. **БАРОН В.Г.**

сайт: ttai.ru



На правах рекламы.

8-5 ЮННЯ 2022
VIII ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ РОССИЯ
www.rusenergoforum.ru

Уважаемые друзья, коллеги!

**ПРИГЛАШАЕМ ВАС
К УЧАСТИЮ В VIII ВСЕРОССИЙСКОМ ФОРУМЕ
«ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ РОССИЯ»**
www.rusenergoforum.ru

МОСКВА — УГЛИЧ — МОСКВА

Организатор:

Национальное объединение организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (НОЭ) при поддержке РОО «Общественный совет по развитию саморегулирования» и Национального объединения изыскателей и проектировщиков (НОПРИЗ)

Генеральный информационный партнёр:

Журнал СОК
(Сантехника. Отопление.
Кондиционирование. Энергосбережение)

Официальная поддержка:

Государственная Дума ФС РФ
Минэнерго России
Минстрой России
Минэкономразвития России

На правах рекламы.

АПРО обсуждает антикризисные меры поддержки отрасли

Ассоциация производителей радиаторов отопления (АПРО) активно включилась в обсуждение антикризисных мер поддержки отрасли в текущей экономической ситуации. 14 апреля 2022 года в городе Москве состоялось очередное Общее собрание членов АПРО. Общее собрание членов АПРО было проведено в очном формате на площадке [Российского союза промышленников и предпринимателей \(РСПП\)](#).

Общее собрание провёл председатель Наблюдательного совета АПРО Сергей Шатириков. В своём приветственном слове Сергей Шатириков отметил, что в текущих условиях Ассоциация производителей радиаторов отопления как никогда востребована и должна работать динамично, а единство отрасли и наличие у её участников консолидированной позиции во взаимодействии с государственными органами приобретает особое значение.

В свою очередь, заместитель председателя Комитета РСПП по промышленной политике и техническому регулированию, член Наблюдательного совета АПРО Андрей Лоцманов рассказал о трудностях в сфере стандартизации и метрологии, с которыми столкнулись российские промышленные предприятия, а также проинформировал о масштабной работе РСПП с Минстроем России по программе развития строительного комплекса, включающей мероприятия по обновлению энергетических систем жилищно-коммунального хозяйства с учётом интересов трубной промышленности и производителей отопительных приборов.

В рамках рассмотрения вопросов повестки Общего собрания исполнительный директор АПРО Александр Квашнин доложил об отчёте о деятельности АПРО за период, прошедший с предыдущего Общего собрания в сентябре 2021 года.

Ассоциация производителей радиаторов отопления должна работать динамично, обеспечивая единство отрасли и наличие у её участников консолидированной позиции во взаимодействии с госорганами

Александр Квашнин отметил, что 28 февраля 2022 года в Комитете Совета Федерации по экономической политике состоялся круглый стол по теме «Эффективность мер государственной поддержки импортозамещающих отраслей на примере производства приборов отопления» и в рекомендации по итогам данного мероприятия были включены все основные предложения отрасли.



В своём докладе Александр Квашнин также проинформировал о том, что с учётом позиции [АПРО](#) отопительные приборы всех типов включены в утверждённый [приказом Минпромторга России от 25 марта 2022 года №1003](#) перечень продукции, на которую не будет распространяться временный переход от проведения оценки соответствия в форме обязательной сертификации с проведением испытаний в аккредитованных лабораториях к подтверждению соответствия обязательным требованиям в форме декларирования соответствия на основании собственных доказательств заявителя (см. QR-код).



Александр Квашнин рассказал о том, что [АПРО](#) активно включилась в проработку совместно с органами власти выработываемых и принимаемых антикризисных и антисанкционных мер в условиях текущей экономической ситуации.

«АПРО в текущих условиях ведёт активное и оперативное взаимодействие с Минпромторгом России и другими федеральными органами исполнительной власти в целях оперативной проработки мер регулирования и поддержки в интересах отечественных производителей отопительных приборов», — резюмировал Александр Квашнин.

В рамках рассмотрения отдельного вопроса руководители предприятий — членов [АПРО](#) обменялись мнениями относительно дополнительных мер государственного регулирования и поддержки, необходимых для обеспечения внутренней устойчивости и стабильного функционирования отрасли отечественного производства отопительных приборов, а также её устойчивости и сопротивляе-



мости к внешним вызовам. В частности, состоялась дискуссия по вопросу о целесообразности временного снижения (обнуления) ставок ввозных таможенных пошлин на комплектующие, используемые для изготовления отопительных приборов, и необходимости налаживания их производства на территории Российской Федерации.

В ходе Общего собрания также был обсуждён ход работы по актуализации стандартов на технические условия производства, методы испытаний и правила сертификации отопительных приборов (стандартов ГОСТ 31311 «Приборы отопительные. Общие технические условия», ГОСТ Р 53583 «Приборы отопительные. Методы испытаний», ГОСТ Р 58065 «Оценка соответствия. Правила сертификации радиаторов отопления и конвекторов отопительных»).

Руководитель рабочих групп [АПРО](#) по подготовке новых редакций этих стандартов Сергей Стыценко, в частности, проинформировал о том, что в настоящее время

проект новой редакции межгосударственного стандарта ГОСТ 31311 «Приборы отопительные. Общие технические условия» получил одобрение органов по стандартизации стран СНГ, а также штамп «окончательная редакция», означающий невозможность внесения в него дальнейших изменений, и в ближайшее время может быть окончательно утверждён приказом Росстандарта.

Общее собрание членов [АПРО](#) утвердило документы по реформатированию работы [АПРО](#) по дальнейшему развитию стандартизации в отрасли.

В частности, вместо трёх ранее действовавших рабочих групп [АПРО](#) по изменению действующих стандартов образована единая рабочая группа [АПРО](#) по разработке стандартов на требования к производству, методы испытаний и правила сертификации отопительных приборов и комплектующих к ним.

Данная рабочая группа, помимо подготовки внесения изменений в действующие стандарты, займётся разработкой новых (ранее отсутствовавших) стандартов, в том числе на отопительные приборы и системы новых типов и комплектующие к ним, а именно: тёплые полы, потолочные панели водяного отопления, внутриспольные конвекторы с приточной вентиляцией, полотенцесушители, кронштейны для крепления радиаторов и конвекторов.

Кроме того, Общим собранием был утверждён отчёт Ревизионной комиссии Ассоциации, в котором подтверждено отсутствие нарушений в рамках финансово-хозяйственной деятельности аппарата [АПРО](#) в 2021 году, а также избран новый состав Ревизионной комиссии Ассоциации. ●





Создание и настройка УГО точки контроля с помощью комплексной системы Model Studio CS

Выполнение схем автоматизации технологических процессов в рамках САПР «[Model Studio CS Электротехнические схемы](#)» осуществляется с использованием элементной базы данных стандартных компонентов. В статье рассматривается проблематика разработки и параметрирования условного графического обозначения точки контроля с учётом вариантов графического исполнения и положения в пространстве.

Автор: Илья АЛЕКСЕЕВ, ведущий инженер по сопровождению ПО «[СиСофт Девелопмент](#)» (CSoft Development)

Согласно межгосударственному стандарту [ГОСТ 21.408–2013 «Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов»](#) (п. 4.2), в состав рабочей документации систем автоматизации включаются «*рабочие чертежи, предназначенные для производства работ по монтажу технических средств автоматизации (основной комплект рабочих чертежей систем автоматизации)*», в число которых, в соответствии с п. 5.1.1, входят:

- общие данные по рабочим чертежам;
- схемы автоматизации;
- принципиальные (электрические, пневматические) схемы;
- схемы (таблицы) соединений и подключения внешних проводок;
- чертежи расположения оборудования и внешних проводок;
- чертежи установок средств автоматизации.

В соответствии с п. 5.3.5, схемы автоматизации разрешается выполнять двумя способами:

- развёрнутым, при котором на схеме автоматизации изображаются состав и место расположения технических средств автоматизации каждого контура контроля и управления;
- упрощённым, при котором на схеме отображаются основные функции контуров контроля и управления (без выделения входящих в них отдельных технических средств автоматизации и указания места расположения).

Рассмотрим разработку элементной базы для выполнения схем автоматизации упрощённым способом.

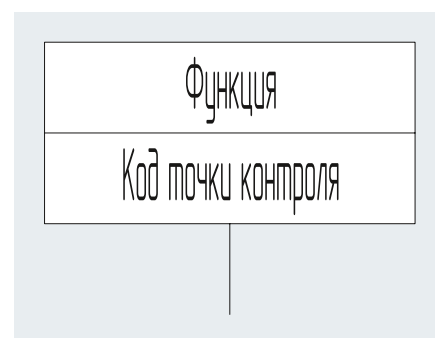
Для производства этой операции в [Model Studio CS](#) предусматривается использование условного графического обозначения (УГО) точки контроля.

Разработка схемы автоматизации ведётся на основании принципиальной технологической схемы, выполненной в «[Model Studio CS Технологические схемы](#)», посредством размещения ранее упомянутых точек контроля с последующим их параметрированием.

Условное графическое обозначение точки контроля (рис. 1) должно быть выполнено в соответствии с [ГОСТ 21.208–2013](#) и иметь набор обязательных параметров для хранения атрибутивной информации, используемой при проектировании, в том числе при выгрузке отчётной документации и передачи её смежникам.

В первую очередь это параметры:

- «Наименование» — [PART_NAME], имеющий значение «Точка контроля»;
- «Идентификатор» — [PART_TAGNUMBER], имеющий значение «Код точки контроля»;
- «Функция» — [CONTROL_POINT_FUNCTION], имеющий значение «Функция».



✶ **Рис. 1.** УГО точки контроля

Это основная информация, отвечающая за текстовые вставки в условное графическое обозначение элемента «Точки контроля», а также за его идентификацию в рамках базы данных стандартных компонентов.

Графические представления возможно разработать как штатными командами графической платформы, так и с применением функционала [Model Studio CS](#) в части отрисовки графических примитивов (рис. 2).

Для удобства обращения и наглядности структурирования желательно использовать команду «*Группа*» с последующим помещением в неё примитивов. Именно группировка примитивов позволяет пользователю упростить задачи оперирования объектами, такие как перемещение, отображение и пр.

Например, чтобы настроить два стиля отображения в соответствии с требованиями [ГОСТ 21.404–85](#) и [ГОСТ 21.208–2013](#) (рис. 3), групповая операция проводится в части отображения двух стилей графики посредством так называемой «ручки». Параметры данной «ручки» задаются в части расположения «X координата», «Y координата», «Варианты значений», «Внешний вид», «Режим меню» и «Параметр назначения».

«X координата» имеет формулу:

```
case ([CIRC_CON_01]
when "В" then -9,
when "Н" then -9,
when "П" then 3,
when "Л" then -21,
else 0)
```

Соответственно, «Y координата» имеет формулу описания:

```
case ([CIRC_CON_01]
when "В" then -3,
when "Н" then 13,
when "П" then 5,
when "Л" then 5,
else 0)
```

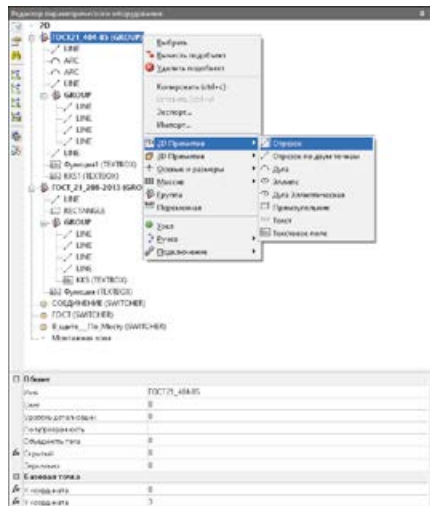
Параметры «X координата» и «Y координата» регламентируют положение «ручки» при разных значениях параметра [CIRC_CON_01].

«Внешний вид» имеет значение «3. Квадрат» и регламентирует внешний вид «ручки».

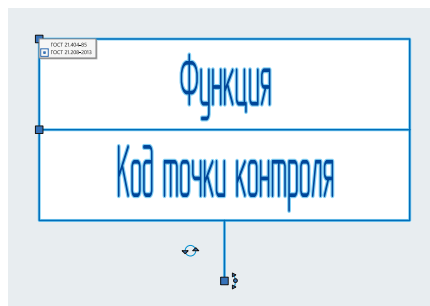
«Режим меню» имеет значение «1» и задаёт режим отображения меню. «Варианты значений» имеют значение «ГОСТ 21.404–85; ГОСТ 21.404–85; ГОСТ 21.208–2013; ГОСТ 21.208–2013» и позволяют задавать варианты значений указанного параметра при использовании «ручки» и выводить варианты значения в рамках контекстного меню.

«Параметр назначения» имеет значение [CIRC_NAME], что регламентирует параметр, который будет менять значение при нажатии.

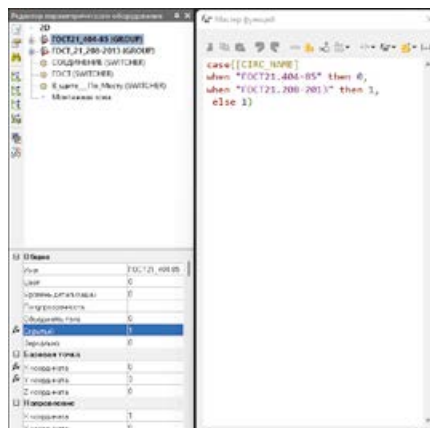
Задача выборочного отображения в соответствии с разными ГОСТ решается через задание формулы в комментарии параметра «Скрытый» у группы, в которую объединены примитивы.



●● Рис. 2. Перечень графических примитивов, доступных пользователю в рамках функционала «Редактор параметрического оборудования»



●● Рис. 3. Варианты значений стиля отображения по ГОСТ 21.404–85 и ГОСТ 21.208–2013 в рамках контекстного меню



●● Рис. 4. Текст формулы, задающий условие видимости в окне «Мастер функций»

У группы «ГОСТ 21.404–85» значение параметра «Скрытый» имеет формулу:

```
case ([CIRC_NAME]
when "ГОСТ 21.404-85" then 0,
when "ГОСТ 21.208-2013" then 1,
else 1)
```

Данная формула позволяет задать условие видимости в зависимости от значения параметра [CIRC_NAME] (рис. 4).

Формула параметра «Скрытый» для группы «ГОСТ 21.404–85»:

```
case ([CIRC_NAME]
when "ГОСТ 21.404-85" then 1,
when "ГОСТ 21.208-2013" then 0,
else 1)
```

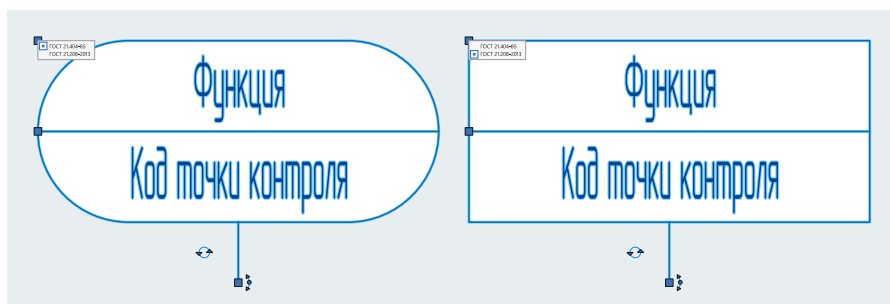
В конечном итоге мы получаем возможность нажатием на кнопку переключаться между стилями отображения (рис. 5). Аналогичным образом задаются значения для параметрирования «ручек», отвечающих за положение в пространстве и место расположения прибора (рис. 6).

В целях повышения гибкости использования и полноты параметрирования элемент требуется насытить дополнительными атрибутами:

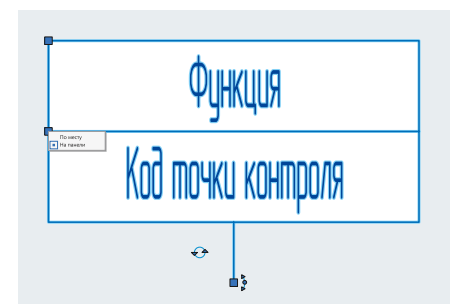
- «Контакт 01» [CIRC_CON_01] (рабочий параметр, отвечает за положение направления отображения точки контроля);
- «Обозначение» [CIRC_NAME] (параметр, отвечающий за ГОСТ, согласно которому будет отрисовываться графическое представление);
- «Примечание» [CIRC_NOTE] (параметр, характеризующий характер монтажа оборудования).

После запуска команды «Поместить объект в библиотеку» пользователь может применять сохранённый объект.

При использовании объекта «Точка контроля» инженеру может потребоваться добавление новых параметров для повышения полноты параметрирования. Эта задача выполняется с помощью существующего функционала, как в рамках работы в «Менеджере библиотек стандартных компонентов» (поставляется в комплекте с [Model Studio CS](#) и обеспечивает администрирование базы данных стандартных компонентов), так и после помещения точки контроля в поле модели. ●



●● Рис. 5. Два стиля отображения УГО точки контроля



●● Рис. 6. УГО точки контроля с «ручкой»

Делать надо так, как выгодно отечественной отрасли

Цифровизация проектно-строительной отрасли требует внесения существенных изменений в законодательство и нормативно-техническое регулирование. Профессиональное сообщество, понимая трудоёмкость задачи, терпеливо вникает в нормативные нововведения, влияющие на внедрение технологий информационного моделирования (ТИМ). Специалисты отрасли, законодатели, представители федеральных и региональных органов власти, инвесторы и учёные всё активнее включаются в обсуждение актуальных проблем ТИМ, обмениваются опытом.



Роль государства в деле освоения информационных технологий проектными, строительными и эксплуатирующими организациями — актуальная тема повестки форумов и конференций, ввиду постепенного перехода участников инвестиционно-строительного процесса на ТИМ начиная с 1 января 2022 года.

Своим мнением об инициативах государства сегодня делится **исполнительный и технический директор АО «СиСофт Девелопмент» Игорь Орельяна Урсуа:**

— Значение государственного участия в цифровизации проектно-строительной отрасли трудно переоценить. Государство было и остаётся регулятором всех процессов в отрасли. Насколько мне известно, в настоящее время сразу пять министерств, совместно с ведущими отраслевыми профессиональными объединениями НОПРИЗ, НОСТРОЙ и НОТИМ, при активном участии профильных вузов, задействованы в решении вопросов стандартизации, легитимации информационных моделей, как структурированной формы данных, а также обеспечения отрасли квалифицированными кадрами в области информационного моделирования. В сфере информационного моделирования создаются во многом спорные

своды правил, в которых делаются попытки определить принципы описания моделей и их формирования на различных стадиях жизненного цикла объекта, организации работ и ведения контроля качества строительства и эксплуатации.

Следует особо отметить, что ведущие профильные вузы принимают участие в решении вопросов адаптации образовательных программ подготовки и переподготовки кадров для дальнейшего применения информационных моделей. Ведётся разработка программ дополнительного профессионального обучения для государственных заказчиков, сотрудников проектных, экспертных и строительных организаций. Кроме того, создаются профессиональные стандарты требований к компетенциям специалистов. Утверждены схемы электронных документов, используемых при формировании локальных сметных расчётов и заключении экспертизы (XML-схемы). Минстрой России опубликовал пояснения к порядку применения таких схем. Разрабатываются и другие XML-схемы, необходимые для взаимодействия при формировании информационной модели, такие как «Проектная модель», «Строительство и реконструкция», «Эксплуатация».





●● Игорь Орельяна Урсуа, исполнительный и технический директор АО «СиСофт Девелопмент»

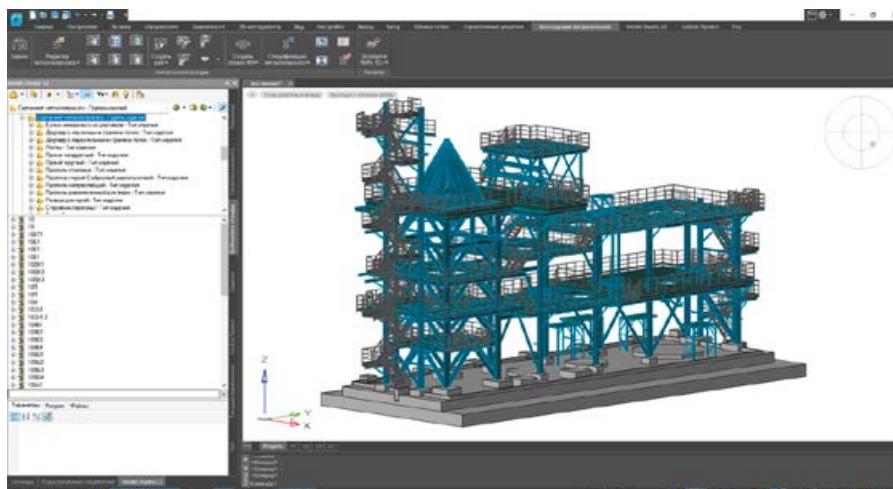
Таким образом, государство готовит почву для перехода отрасли на широкое применение ТИМ. Вместе с тем, не открою тайну, участникам рынка хотелось бы и большей ясности, и большей однозначности, как в действиях регуляторных органов, так и в новых цифровых правилах и нормах. К сожалению, процессы нормотворчества пока не полностью удовлетворяют экспертное сообщество, производителей и пользователей программного обеспечения. Есть вопросы к XML-схемам, к комплексу сводов правил, часть из которых устарела и нуждается в переработке, а также к системе стандартов под названием «Единая система информационного моделирования».

●● **Что послужило стимулом для начала создания органами государственной власти условий для ускоренного освоения BIM/ТИМ-технологий субъектами строительной отрасли?**

— Стимул понятен: с учётом импортозамещения обеспечить возможность реализации современных социально значимых инфраструктурных проектов полного цикла, при этом не теряя контроль государства над экономикой проекта, сроками, качеством и, что, наверное, самое важное, повторюсь, социально значимыми проблемами, такими как экология, комфортная среда для жизни. Вы же понимаете, что строительная отрасль касается всех аспектов существования каждого человека: ни один дом, школа, больница или завод не могут быть построены и эффективно эксплуатироваться без применения современных технологий, в том числе с использованием более дешёвых и быстрых вариантов при типовом проектировании.

Если вспомнить историю, большим прорывом когда-то были типовые пятиэтажки, потом девятиэтажки и т.п., техно-

логии панельного строительства, типовые проекты, блочно-модульное строительство и многое другое. Сейчас люди усмеваются и принимают их как данность, но в те времена это были действительно прорывные технологии. Вокруг них строилась новая жизнь, гораздо более высокого качества, чем была ранее. Появлялись не только сами дома — создавалась индустрия строительных материалов, внедрялись новые транспортные технологии



и принципы организации строительства, формировалась новая социальная инфраструктура под «высотную» застройку, что создало огромное количество рабочих мест, стимулировало повышение квалификации строителей и т.п.

Внедрение информационного моделирования — это такой же эволюционный шаг: новые возможности во всех аспектах строительной отрасли, как для строителей, так и для тех, кто будет жить в новых домах, работать на новых заводах и совершать покупки в новых магазинах, учиться в новых школах и получать более высокое качество услуг.

●● **Какое значение в деле перехода к формату BIM/ТИМ имеют «Правила формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства» и «Состав сведений информационной модели», утверждённые Постановлением Правительства РФ №1431 в сентябре 2020 года?**

— Эти «Правила» имеют определяющее и стимулирующее значение. В них как раз и описываются те критерии, к которым нужно стремиться, работая с технологиями информационного моделирования. «Правила» и «Сведения» содержат данные о составе и форме представления информационной модели объекта капитального строительства, о её ведении, а также подробно — об актуализации сведений, документов и материалов, их изменении и размещении в архиве. Причём на всех этапах: от выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования и строительства до реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и сноса объекта. Иными словами, в «Правилах» и «Сведениях» государство даёт базовые ориентиры, в рамках которых исполнитель может реализовывать проекты.

Думаю, что организаций, способных выполнить работу по этим «Правилам» и «Сведениям», достаточно, но ресурсов потребуется гораздо больше, чем обычно. Полагаю, что ожидаемый дисбаланс между требованиями государства, изложенными в «Правилах» и «Сведениях», и возможностями исполнителей будет выправлен в кратчайшие сроки: в конце концов, за последние годы стало очевидно, что государство старается прислушиваться к мнению отрасли и развивать её.

Отрасль ждёт от нормативно-правовых актов, сводов правил и серии ГОСТ ЕСИМ детальной проработки указанного постановления, а не теоретических поисков.



Научный поиск нужен в других случаях, а не когда ты пишешь правила для всей страны. При этом необходимо исключить лоббирование интересов западных НКО buildingSMART, продвигающих сомнительные принципы технического регулирования, которые противоречат российскому законодательству.

•• Какие требования включены в Постановление Правительства РФ от 5 марта 2021 года №331 о работе с информационной моделью в госзаказе? Как вы считаете, насколько готовы предприятия и организации отрасли выполнять требования об обязательной работе с информационной моделью в госзаказе?

— Упомянутое постановление касается только тех организаций, которые работают с «бюджетным рублём», даже если это частичное финансирование. В настоящее время, в основном в регионах, появились проблемы с соблюдением указанных сроков, и полноценное внедрение отложено, что в немалой степени вызвано отсутствием чётких правил технического регулирования — серии ЕСИМ, которую создают уже два года. И это при том, что отечественные разработчики предлагают чёткую схему и альтернативные ГОСТ ЕСИМ, полностью соответствующие российскому законодательству и обеспеченные отечественным ПО. Так что причины задержки цифровизации строительства во многом надуманные.

Есть решения и для крупных, и для малых компаний, которые позволяют снизить стоимость перехода на ТИМ для небольших объектов строительства, например, посредством трастового формирования и ведения информационных моделей.

•• Государство поддерживает разработчиков необходимого ПО и технических средств в области ТИМ-технологий? Создаются ли соответствующие условия для строительных и эксплуатирующих организаций?

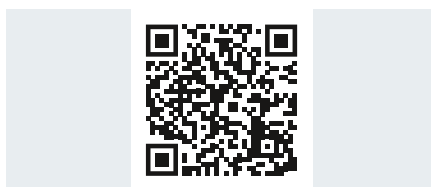
— В сентябре 2021 года федеральным правительством был утверждён план мероприятий «Создание дополнительных условий для развития отрасли информационных технологий», то есть «дорожная карта» отрасли. В широком обиходе этот документ ещё называют «второй пакет мер поддержки ИТ-отрасли» [\[текст этого документа можно прочесть, перейдя по ссылке в QR-коде №1 — Прим. ред.\]](#).

Этот план призван обеспечить ускоренное импортозамещение программного обеспечения и электронной продукции. К примеру, выдвигается цель достичь к 2024 году 70-процентной доли расходов на отечественные ИТ-решения от общих расходов госкомпаний на ИТ. Поэтому мы ожидаем значительный рост финансирования российских разработок. Существенные изменения должны про-

изойти и в сфере налогообложения разработчиков и потребителей информационных решений. Государство определённо озаботилось тем, чтобы реально снизить издержки компаний на внедрение отечественного программного обеспечения. Правительство обязуется снизить административную нагрузку на ИТ-компании, а также издержки заказчиков российского ПО при соблюдении коммерческих интересов его поставщиков.

Необходимо подчеркнуть, что, когда создавался этот план, никто не мог и представить, какое ускорение он в скором времени получит. Не прошло и полугода, как западные партнёры российских ИТ-компаний почти одновременно разорвали в одностороннем порядке договоры о сотрудничестве и остановили поставки ПО и аппаратных комплексов, даже уже оплаченных. Такие действия, пожалуй, поставили под сомнение деловую репутацию именитых западных вендоров, но стали поводом для решительной мобилизации российских ИТ-компаний.

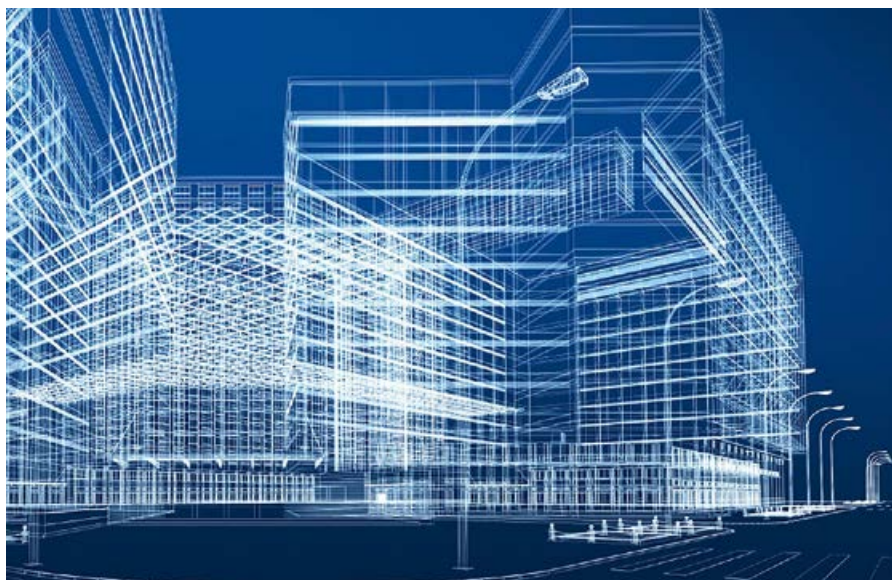
Анализ возникшей ситуации и обратная связь Минцифры России с профессиональным ИТ-сообществом послужили основой для разработки предложений по развитию классов ПО, критичных в настоящее время для экономики и невозможных в рамках обычного рыночного механизма [\[текст этих предложений можно прочесть, перейдя по ссылке в QR-коде №2 — Прим. ред.\]](#).

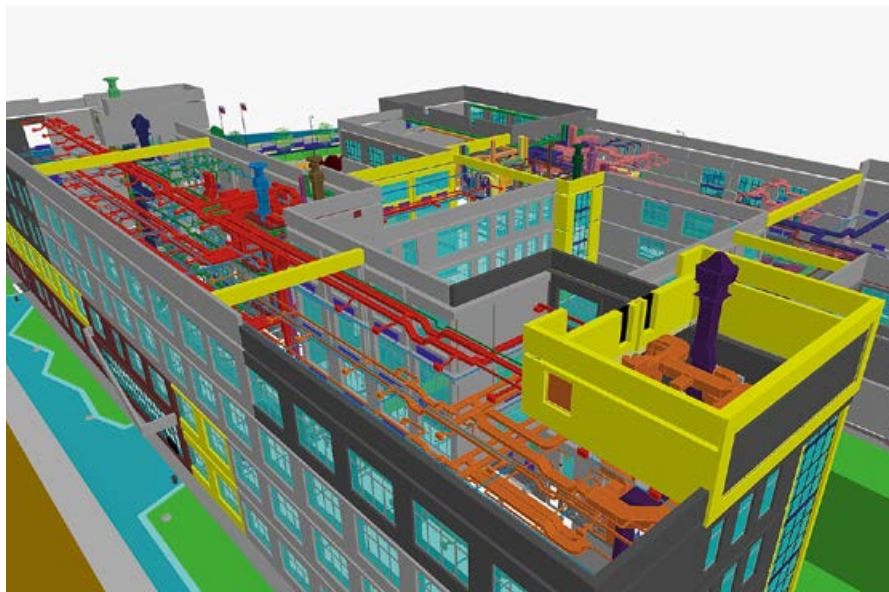


•• QR-код №1. Меры поддержки ИТ-отрасли



•• QR-код №2. Предложения по классам ПО





Судя по всему, государство берёт на себя обязательство поддержать российские решения в следующих приоритетных направлениях:

- средства разработки ПО и распределённой системы управления версиями (аналог GitHub);
- средства управления жизненным циклом изделия (PLM);
- средства автоматизированного проектирования (CAD);
- средства инженерного анализа (CAE);
- машинное обучение (ML);
- публичный репозиторий кода и бинарных артефактов;
- балансировщики нагрузки;
- система комплексного мониторинга управления компонентов ИТ-инфраструктуры и системного ландшафта, сетевой инфраструктуры;
- средства распознавания символов и работы с документами PDF;
- продуктовая линейка графического дизайна (разработка российских аналогов Adobe, Visio и др.);
- переход государственных информационных систем на открытые форматы документов и протоколы обмена;
- системы управления онлайн-, офлайн- и гибридным обучением, создания обучающего контента;
- системы управления имуществом комплексом, предприятием, производством (заменяющие линейку корпоративных систем SAP/Microsoft/Oracle);
- системы управления цепочками поставок, включая мультимодальную логистику, междугородние и международные перевозки;
- ПО для управления производственными процессами на предприятии, включая ремонт и обслуживание (MES, EAM);
- связующее ПО, EDP-системы (корпоративная платформа данных);
- диспетчерское управление, SCADA, НМИ и ИИТ-приложения, предназначенные для интеграции производственного процесса с корпоративными системами управления;
- BIOS, драйверы.

Практически в каждом классе определены верхнеуровневые требования к функционалу отечественного ПО, перечислены решения западных разработчиков, подлежащие замене. К примеру, в разделе «Средства автоматизированного проектирования» в список импортного ПО, на смену которому должно прийти отечественное, включены решения Siemens NX, Autodesk AutoCAD, Catia/SolidWorks (Dassault Systèmes), Aveva Marine (Schneider Electric Global), Foran (Sener Ingeniería), PTC Creo Parametric (PTC, Inc.).

В [Постановлении Правительства РФ от 28 июня 2021 года №1031](#) говорится о том, что малые и средние предприятия смогут купить российское программное обеспечение по более выгодным ценам. Согласно этому документу, величина скидки должна составлять 50 процентов от средней рыночной цены. Субсидии предоставляются напрямую разработчикам ПО, которые обязуются снизить стоимость своей продукции для малого и среднего бизнеса, чтобы те смогли сократить издержки на приобретение отечественного софта.

То есть наше государство говорит: берите отечественное, и мы вам вернём половину стоимости лицензии. Это ответственный подход, который определённо будет стимулировать применение информационных технологий и в коммерческих проектах.

Необходимое уточнение: отечественным считается программный продукт, разработанный предприятием, находящимся на территории Российской Федерации, и внесённый в список Минцифры.

❖ Кто является регулятором процесса внедрения BIM/TIM-технологий в строительной отрасли? Надо ли, на ваш взгляд, что-то менять в системе контроля строительства объектов по TIM-технологии?

— Проектно-строительную отрасль регулирует Минстрой, у которого есть подведомственное учреждение «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве» (ФАУ «ФЦС»). Недавними решениями Минстроя к ФАУ «ФЦС» добавлен ДОМ.РФ, на базе которого организован новый Технический комитет Росстандарта ТК 505 «Информационное моделирование».

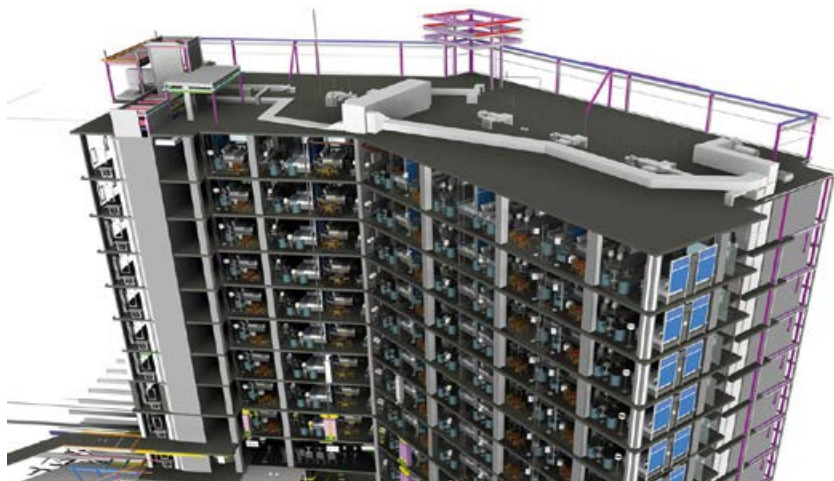
❖ Как обстоят дела с разработкой стандартов информационного моделирования? На что здесь надо опираться?

— На сегодняшний день на этапе публичного обсуждения находятся 13 ГОСТов семейства ЕСИМ (Единой системы информационного моделирования), разработчиком которых является «Отраслевой центр капитального строительства» (ОЦКС) — частное учреждение государственной компании «Росатом». ЕСИМ — это единственная система, которую Росстандарт на сегодняшний день считает основной в технологиях информационного моделирования. Собственно говоря, эта система и планировалась для того, чтобы объединить в новых реалиях всех участников инвестиционно-строительного цикла и информацию, обеспечив «бесшовную» работу на всех этапах.

К сожалению, работа ОЦКС затянулась, да и была проделана не совсем качественно. То, что было представлено на публичное обсуждение, вызвало шквал критики, но результатов работы над замечаниями пока не видно. Специалисты CSoft были вынуждены разработать и представить альтернативные варианты основополагающих ГОСТ ЕСИМ «Цели и задачи», «Основные положения», «Термины и определения» и «Структура и классификация». Мы считаем, что российский и советский опыт инженерной и строительной школы необходимо адаптировать и гармонизировать с зарубежным опытом, что должно найти своё отражение в стандартах. Делать надо так, как выгодно России, а не переписывать стандарты buildingSMART.

∴ Сегодня по предложению разработчиков технологий информационного моделирования средние и малые фирмы тестируют их программные продукты, выполняя пилотные проекты. Не создаётся ли таким образом «плётное одеяло» из различных технических подходов, фирменных ПО и прочих нововведений?

— Конечно, создаётся. В начале пути это нормально. Средние и малые фирмы тестируют новые программные продукты. Накапливается опыт, как у разработчиков, так и у исполнителей заказов. Количество когда-нибудь перейдёт в качество. В любом случае, нужно доверять проверенным отечественным решениям. Качество программных продуктов от [CSoft](#) я гарантирую.



∴ Каждый разработчик ПО, естественно, стремится продвинуть на рынок собственную продукцию. Какой вы видите конкуренцию в сфере BIM/TIM-технологий? Пойдёт ли рынку на пользу создание национальных TIM-альянсов по примеру западных?

— Конкуренция — классический двигатель экономики. Однако я считаю, что сегодня мы не можем дожидаться, когда конкурентная борьба вендоров приведёт к оптимальному результату, особенно в условиях «бегства» зарубежных партнёров. Государство должно создавать на рынке TIM-технологий среду для удовлетворения запросов множества участников. Но, кроме функциональных и финансовых требований, необходимо рассматривать ещё и требования безопасности. В этой связи напомним об импортозамещении: считаю, что это очень важный фактор! Наверное, нет смысла говорить, что использование закрытых форматов данных и зарубежного ПО несёт для нашего государства и общества высокие риски. Разве допустимо, чтобы честно оплаченные лицензии на право ис-

пользования программного обеспечения были запрещены? А это уже существует. Представьте себе документ, который нельзя открыть и прочитать, потому что он читается лишь одним программным продуктом, который запрещён к применению из-за санкций!

Чтобы избежать подобных проблем и гарантировать суверенитет, как государственной, так и технологической, но при этом не ограничивать возможности использования иностранного ПО, необходимо создавать национальные форматы, системы и стандарты, развивать собственную ИТ-инфраструктуру и комплексные решения, открыто и честно диктовать требования, которые иностранные и отечественные разработчики должны

соблюдать, чтобы присутствовать на российском рынке. Эти комплексные решения не только помогут технологической независимости России, но и обеспечат её техническую экспансию на рынки развивающихся стран.

Вот такой, на мой взгляд, и должна быть разумная политика протекции. И, полагаю, созданию национальных форматов и собственных правил игры могут содействовать российские национальные альянсы участников рынка информационного моделирования.

∴ Как вы оцениваете результаты внедрения информационных технологий в строительстве?

— Оцениваю положительно. Вы посмотрите, как быстро строятся объекты жилищного строительства и городской инфраструктуры, что было бы невозможно без ИТ-технологий. Масштаб инвестиций, объёмы работ и конкуренция — верные друзья развития ИТ-технологий в строительстве. А государство ровно этим и занимается последние годы: финансирует мега- и социально значимые проекты.

Конкуренция в строительном бизнесе есть и растёт быстрыми темпами, что и двигает ИТ в отрасли вперёд.

∴ Как вы считаете, во сколько обойдётся государству переход строительной отрасли на технологии информационного моделирования?

— Мне цифры неизвестны. Думаю, что государство готово потратить крупные суммы на переход проектно-строительной отрасли на форматы информационного моделирования объектов в их полном жизненном цикле. В любом случае, за внедрение информационной модели придётся платить.

Хотел бы отметить, что инвестиции в строительную отрасль — это возможность не только решать на современном уровне социальные задачи внутри страны, но и участвовать и получать прибыль на мировом рынке. Современный мир диктует новые требования, включая информационное моделирование.

∴ Достаточно ли, на ваш взгляд, информированы заинтересованные проектные и строительные организации о требованиях, стандартах, результатах внедрения? На каких площадках это обсуждается?

— Самой крупной площадкой до недавнего времени являлся подкомитет ПК 5 «Управление жизненным циклом объектов капитального строительства» технического комитета по стандартизации ТК 465 «Строительство». Но с 17 марта этого года инициативу подхватил новый и уже полноценный ТК 505 «Информационное моделирование» (ДОМ.РФ). Будем надеяться, что он продолжит дело, начатое предшественником, и поможет отрасли получить качественные и сбалансированные стандарты, отвечающие национальным интересам России.

Что касается информированности, то в строительных организациях либо вообще нет практики применения информационных моделей, либо же её крайне мало, а система приёма работ и активирования завязана на бумажный документ с подписью, формы отчётности — всё это простые таблицы, где заполняются объёмы выполненных работ и освоенных средств. Строители очень мало информированы о данной технологии и о сопутствующих выгодах. Однако проектные организации лучше понимают, о чём идёт речь, хотя бы потому, что каждый день и на многих проектах применяют в той или иной степени средства создания и редактирования информационных моделей. ●



ХІХ МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ



КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ

BOILERS AND BURNERS



НОВИНКИ
ТЕХНОЛОГИИ
ИННОВАЦИИ

2022 | 2023

13-16 СЕНТЯБРЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
[HTTPS://BOILERS-EXPO.RU](https://boilers-expo.ru)



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:



ОРГАНИЗАТОР:



PROFESSIONAL EXHIBITION & CONGRESS ORGANIZER
Тел. (812) 718-35-37



САНТЕХНИКА И ВОДОСНАБЖЕНИЕ

О качестве, обмерах и расходах воды

Первые технические условия (ТУ) для водопроводных труб и фасонных деталей начали разрабатываться и внедряться в Российской империи на рубеже XIX–XX веков. В то время ТУ составляли, пересматривали, обновляли и утверждали на Русских водопроводных съездах начиная с 1893 года...



❖ Серебряный значок (эмаль, позолота) участника 3-го Русского водопроводного съезда 1897 года. Изготовитель — мастерская золотых и серебряных изделий «Эдуард» (город Санкт-Петербург)

Автор: Анар ГАСИМОВ, обозреватель компании [Profactor Armaturen GmbH](#)

Водопроводные съезды проводились один раз в два года (фото 1 и 2). Так, например, V съезд состоялся в Москве в 1901 году. Его материалы опубликованы в III части справочной книги Hütte, под редакцией инженера Г.Л. Зандберга, которая была издана в Москве в 1917 году. Некоторые ТУ 1901 года обозначены в 13 Отделе «Водоснабжение» на стр. 826 и начинаются с «Качества воды».

Качество воды

Первая мировая война, последовавшая за ней большевистская революция и гражданская война прервали проведение Русских водопроводных съездов. Однако с 1925 года съезды возобновили свою работу уже в новообразованном СССР и стали называться Всесоюзными водопроводными и санитарно-техническими съездами.

Во второй половине XX века требования к качеству воды начали ужесточаться. Одной из первых строгие нормы начала вводить Германия, затем инициативу подхватили другие страны, включая Россию. Нынешние



❖ Фото 2. Сборник материалов 6-го Русского водопроводного съезда 1903 года

стандарты и нормативы в области водоснабжения и водоподготовки сильно отличаются от технических условий 1901 года.

За 120 лет представления медиков, учёных, инженеров, монтажников и производителей о воде кардинально изменились, что отразилось на действующих санитарно-технических нормах. Теперь нормативы и ТУ, принятые на первых Русских водопроводных съездах, кажутся устаревшими и совершенно неприемлемыми. Вот, например, фрагмент текста о качестве воды из III части справочника Hütte 1917 года, 13 отдел «Водоснабжение», стр. 826 (фото 3):

«1. Питьевая вода должна быть по возможности бесцветна, светла, прохладна, без постороннего запаха и без особого привкуса. Вода, удовлетворяющая этим условиям, может, однако, распространять тиф, холеру, кровавый понос, рвоту, сибирскую язву, животные паразиты; необходимо поэтому производить местные исследования, а через определённые промежутки времени — химический и бактериологический анализы. На глубине 4 м вода почти не содержит в себе зародышей. Если в ключевой или грунтовой воде содержится большое количество бактерий, то это указывает на недостаточную фильтрацию через грунт.»



❖ Фото 1. Сборник материалов 3-го Русского водопроводного съезда 1897 года

13 ОТДѢЛЪ. ВОДОСНАБЖЕНІЕ. А. Качество воды *).

1. Питьевая вода должна быть по возможности безцвѣтна, свѣтла, прохладна, безъ посторонняго запаха и безъ особаго привкуса. Вода, удовлетворяющая этимъ условіямъ, можетъ, однако, распространять тифъ, холеру, кровавый поносъ, рвоту, сибирскую язву, животныя паразиты; необходимо поэтому производить мѣстныя изслѣдованія, а черезъ опредѣленные промежутки времени — химическій и бактериологическій анализы. На глубинѣ 4 м вода почти не содержитъ въ себѣ зародышей. Если въ ключевой или грунтовой

❖ Фото 3. Фрагмент текста о качестве воды из III части справочника Hütte 1917 года

На рубеже XIX–XX веков питьевая вода за-
начивалась в городские водопроводы непо-
средственно сразу из природных источников,
водоёмов или водохранилищ без какой-либо
очистки и фильтрации. Знакомые нам водо-
очистные сооружения только начинали появ-
ляться, главным фильтром считался сам грунт,
через который вода просачивалась из водо-
носного слоя и выходила на поверхность.

Состав и плотность грунта, как известно,
влияют на химический состав воды, на её чи-
стоту и свойства. Для выяснения химических
параметров и пропорций загрязнения воды
немецкие и русские учёные дореволюционных
времен проводили многочисленные полевые
и лабораторные исследования. По их резуль-
татам, в частности, была составлена таблица,
которая в III части справочника Hütte находит-
ся на стр. 826 (фрагмент данных из неё пред-
ставлен в табл. 1).

В дореволюционной России жёсткость
воды определяли немецкими или француз-
скими градусами. Так, например, один не-
мецкий градус был равен 1,79 французскому
граду, который выражался числом, указы-
вающим, сколько миллиграмм CaCO₃ или кар-
боната кальция (кальциевая соль угольной
кислоты или углекислый кальций) содержит-
ся в одном литре воды.

В немецком справочнике (естественно,
в немецких градусах), в частности, отмечено,
что если вода имеет менее 15° жёсткости, то
её принято считать мягкой, если более 20° —
жёсткой, свыше 30° — весьма жёсткой. По-
следнюю в употреблении, по возможности,
следует избегать.

Авторы справочника замечают, что, если
жёсткую воду прокипятить, то некоторые её
составные части осаждаются, и жёсткость
воды снижается. На стр. 852 (III часть справоч-
ника Hütte) есть подраздел «Умягчение воды»,
в котором раскрывается секрет превращения

**В немецком справочнике от-
мечено, что если вода имеет
менее 15° жёсткости (в немец-
ких градусах), то её принято
считать мягкой, если более
20° — жёсткой, свыше 30° —
весьма жёсткой. Последнюю
в употреблении, по возмож-
ности, следует избегать**



❖ Фото 4. Титульный лист справочника Hütte от 1916 года

жёсткой питьевой воды в мягкую по способу
Кларка и Аткинса. Метод предусматривает
добавление в питьевую воду определённого
количества извести, вследствие чего вода
смягчается, и её можно употреблять без вре-
да для здоровья.

«Именно так поступают в некоторых
английских городах», — отмечено в справоч-
нике Hütte.

❖ Табличные данные со стр. 826 III части справочника Hütte

табл. 1

| | |
|---|--|
| Вода, проходящая через грунт (гранит) | Содержит плотный остаток от 24 до 210 мг в 1 л Содержит органические вещества от 5 до 16 мг в 1 л Жёсткость от 1,3° до 7° |
| Вода, проходящая через грунт (глинистый сланец) | Содержит плотный остаток от 60 до 180 мг в 1 л Содержит органические вещества от 17 до 21 мг в 1 л Жёсткость от 0,8° до 6° |
| Вода, проходящая через грунт (песчаник) | Содержит плотный остаток от 90 до 300 мг в 1 л Содержит органические вещества от 3 до 9 мг в 1 л Жёсткость от 2° до 11° |
| Вода, проходящая через грунт (ракушечный известняк) | Содержит плотный остаток 325 мг в 1 л Содержит органические вещества 9 мг в 1 л Жёсткость 17° |
| Вода, проходящая через грунт (доломиты) | Содержит плотный остаток 418 мг в 1 л Содержит органические вещества 5 мг в 1 л Жёсткость 23° |

Вместе с тем способ Кларка и Аткинса также
применялся для достижения мягкости воды,
используемой в паровых котлах.

По результатам наблюдений также уда-
лось выяснить, что жёсткая и тем более очень
жёсткая вода предохраняет железные трубы
от ржавления, но при этом образуются извест-
ковые осадки. Если же в воде содержится
железа от 0,1 до 0,3 мг/л, то это способствует
прорастанию водорослей.

В справочнике Hütte от 1916 года (I часть.
2 Отдел. В. «Механика капельно-жидких тел».
II «Динамика капельно-жидких тел». С. «Дви-
жение воды по заполненным трубопрово-
дам») отмечено (фото 4):

«Через несколько дней после начала дей-
ствия водопровода происходит осаждение
мути на внутренней поверхности его сте-
нок; муль уменьшает полезный диаметр
трубопровода на 2–3 мм в месяц. Часто
встречающаяся на внутренней поверхно-
сти труб корка, толщиной иногда до 60 мм,
является следствием образования осадков
из воды. Количество образующихся осадков
соответствует количеству протекающей
воды; увеличением скорости движения воды
нельзя избежать образования осадков».



❖ Фото 5. Коррозия в железной трубе

В той же I части приведены сведения о ди-
намике формирования корки от осадков воды
на внутренней поверхности труб, которая за-
висит от материала, из которого они изгото-
влены. Например: «У чугунных трубопроводов
образование осадков начинается с неболь-
ших неправильно расположенных местных
наростов, которые впоследствии обра-
зуют на внутренней поверхности сплош-
ной волнистый слой, а в некоторых случаях
образуют складки. Масса состоит из бурого
железняка, к которому в зависимости
от источника водоснабжения примешаны
известь, раковины или водяные растения».

В железных трубах обнаружена другая
особенность загрязнения: «У железных труб
иногда прорастают тонкие стебли по на-
правлению к оси трубы» (фото 5).

Лучше всего в водопроводной системе
служат и долгое время не загрязняются свин-
цовые трубы: «На свинцовых трубах образу-
ется через значительное число лет лишь
весьма тонкий и равномерный налёт».



•• Фото 6. Современные «трубы-РЕХ» из Германии

В XXI веке металлические трубы оказались уже не столь популярны и незаменимы. Им на смену пришли более прочные и безопасные трубы, изготовленные из продуктов нефтепереработки. Теперь их устанавливают в системах холодного и горячего водоснабжения. Трубы из сшитого полиэтилена, за которыми закрепилось название «труба-РЕХ», считаются более безопасными и эффективными. Эти изделия не подвержены коррозии, на их стенках не образуются наслоения и наросты от взвесей загрязнённой воды.

Производство труб из сшитого полиэтилена ежегодно увеличивается. В числе производителей «труб-РЕХ» находится и немецкая компания [Profactor Armaturen GmbH](#), которая применяет технику выпуска универсальных труб из сшитого полиэтилена PEX-A с EVON-слоем для систем водоснабжения и отопления, в том числе тёплых полов (фото 6, 7 и 8).



•• Фото 7. Современные «трубы-РЕХ» из Германии с кислородонепроницаемым EVON-слоем для систем водоснабжения и тёплых полов



•• Фото 8. Современные системы PEX-труб и аксиальных фитингов из Германии

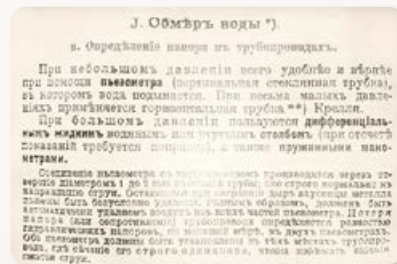
Обмер и расход воды

В справочнике Hütte от 1916 года (I часть. 2 Отдел. В. «Механика капельно-жидких тел». II «Динамика капельно-жидких тел». J. «Обмер воды», Определение напора в трубопроводах) на стр. 377 есть ещё несколько любопытных моментов, которые свидетельствуют о том, что более 100 лет назад воду уже научились экономить — за её обмером и расходом горожане тщательно следили (фото 9):

«Для трубопроводов служат так называемые водомеры, которые применяются как измерители скорости».

«Наиболее употребительны турбинные колеса, впереди которых устанавливается защитительная сетка; последняя, однако, влияет на свободный проток воды и на использование данного напора. Водомеры без защитных сеток вызывают при нефилтрованной воде закупорку аппарата различными плавающими телами и животными организмами».

«Счётный механизм (водомера) указывает число оборотов».



•• Фото 9. Указания по измерению водопотребления в справочнике Hütte

Получается, что упомянутые в Hütte защитные сетки для водомеров являлись прародителями современных фильтров грубой очистки, которые выпускаются и под торговой маркой [Profactor](#).

На рубеже XIX–XX веков состоятельные жители крупных городов в Российской империи, в чьих квартирах, домах и хозяйствах был проведён водопровод, устанавливали водомеры, по которым и платили за потребляемую воду.

В XXI веке на смену металлическим трубам пришли современные трубы, изготовленные из продуктов нефтепереработки. Теперь их устанавливают в системах холодного и горячего водоснабжения. Трубы из сшитого полиэтилена, за которыми закрепилось название «труба-РЕХ», считаются более безопасными и эффективными

Таблица расхода воды.

| Главный источник | Города | Средний | | Наиболь- | Отно- шение |
|--------------------------------------|----------------------|-------------------------|----------|-----------|----------------|
| | | расход воды в литрах на | | ший | |
| | | 1 человека в день | | | |
| | | 1895 г. или | 1905 или | 1905/1906 | $\frac{Q}{q}$ |
| | | 95/96 | q | Q | |
| Вода из источников и буровых скважин | Мюнхен | — | 212 | 247 | 1,2 |
| | Аахен | 67 | 89 | 113 | 1,3 |
| | Базель | 137 | 154 | 233 | 1,5 |
| | Регенсбург | 133 | 116 | 178 | 1,5 |
| | Эйзенах | 54 | 63 | 90 | 1,4 |
| Грунтовая вода естественная | Дрезден | 91 | 98 | 157 | 1,6 |
| | Рига | 66 | 93 | 118 | 1,3 |
| | Карлсруэ | 140 | 119 | 222 | 1,9 |
| | Дармштадт | 74 | 94 | 172 | 1,8 |
| | Глатц | 43 | 40 | 48 | 1,2 |
| Вода в колодезях | Берлин | 78 | 84 | 134 | 1,6 |
| | Копенгаген | 72 | 103 | 138 | 1,3 |

❖ Фото 10. Таблица расхода воды по городам со стр. 830 III части справочника Hütte

В I части справочника Hütte в 13 Отделе «Водоснабжение» есть глава «Расход воды», в которой приводятся нормативы расхода воды для домашнего хозяйственного потребления. Любопытно, что разработчики нормативов точно рассчитали и регламентировали количество воды, которую нужно тратить жителям Германии на определённые хозяйственно-бытовые нужды. В их числе:

- питьё, варка, чистка и т.д. на человека — от 20 до 30 л в день;
- стирка белья — от 10 до 15 л в день;
- промывание Klozeta — 5–6 л за один раз;
- промывка одной писсуарной чашки из расчёта на час — 30 л;
- принятие ванны — 350 л;
- принятие душа — от 20 до 30 л;
- разовый полив сада, двора или тротуара в сухой день — 1,5 л на 1 м²;

□ водопой лошадей с чистой стойла на одну лошадь или одну голову крупного скота в день — 50 л;

- для мелкого скота — 8 л;
- чистка экипажа в день — 200 л.

Справочник Hütte — это немецкое издание, которое было переведено на русский язык и адресовано русским инженерам, архитекторам, механикам и студентам, поэтому в научном труде приводятся большей частью немецкие статистические данные и наблюдения. Вот, например, на стр. 829:

«Во всех (немецких) городах вода расходуется не только из водопроводной сети, но также из домовых и фабричных колодезев. Так, в 1888–1889 годах в Берлине каждый житель расходовал ежедневно в среднем из водопровода 64,45 литров, а из колодезев 48,62 литров».

❖ Табличные данные со стр. 830 III части справочника Hütte

| | |
|---|--|
| Вода из источников и буровых скважин | Мюнхен — ... (1895 г.), 212 (1905 г.), 247 (1906 г.) |
| | Аахен — 67 (1895 г.), 89 (1905 г.), 113 (1906 г.) |
| | Базель — 137 (1895 г.), 154 (1905 г.), 233 (1906 г.) |
| | Регенсбург — 133 (1895 г.), 116 (1905 г.), 178 (1906 г.) |
| | Эйзенах — 54 (1895 г.), 63 (1905 г.), 90 (1906 г.) |
| Грунтовая вода, естественная | Дрезден — 91 (1895 г.), 98 (1905 г.), 157 (1906 г.) |
| | Рига — 66 (1895 г.), 93 (1905 г.), 118 (1906 г.) |
| | Карлсруэ — 140 (1895 г.), 119 (1905 г.), 222 (1906 г.) |
| | Дармштадт — 74 (1895 г.), 94 (1905 г.), 172 (1906 г.) |
| | Глатц — 43 (1895 г.), 40 (1905 г.), 48 (1906 г.) |
| Грунтовая вода, из которой удалено железо | Берлин — 78 (1895 г.), 84 (1905 г.), 134 (1906 г.) |
| | Копенгаген — 72 (1895 г.), 103 (1905 г.), 139 (1906 г.) |
| | Брауншвейг — 75 (1895 г.), 77 (1905 г.), 121 (1906 г.) |
| | Трир — 43 (1895 г.), 85 (1905 г.), 136 (1906 г.) |
| | Геестемюнде — 44 (1895 г.), 54 (1905 г.), 79 (1906 г.) |
| Фильтрованная вода с поверхности | Гамбург — 197 (1895 г.), 162 (1905 г.), 216 (1906 г.) |
| | Магдебург — 94 (1895 г.), 93 (1905 г.), 127 (1906 г.) |
| | Франкфурт-на-Майне — 54 (1895 г.), 81 (1905 г.), 121 (1906 г.) |
| | Штетин — 76 (1895 г.), 72 (1905 г.), 111 (1906 г.) |
| | Шверин — 49 (1895 г.), 59 (1905 г.), 93 (1906 г.) |

табл. 2

Однако жителей Берлина в 1906 году переплюнули жители Мюнхена, где один горожанин в среднем расходовал 247 л воды в день. Для современного немца эти показатели выглядят астрономическими и безрассудными. В настоящее время немцы экономят каждый литр воды. Они экономят также электричество, газ, бензин, отопление. Поэтому жители современных европейских городов могут искренне позавидовать своим предкам. А завидовать есть чему!

На стр. 830 имеется любопытная таблица расхода воды жителями немецких и других европейских городов в разное время. Судя по динамике, потребление воды жителями Старой Европы стабильно возрастало с 1895 до 1905–1906 годов. В этой таблице (фрагмент данных представлен в табл. 2) приводится средний расход воды в литрах на одного человека в день из разных источников в ряде городов Старой Европы (фото 10).

Интересен также регламент расхода воды для промышленных целей, опубликованный в справочнике Hütte. Больше всего воды разработчики регламента отводили на процесс переработки шерсти в сукно. Чтобы превратить 1 кг шерсти в сукно, требовалось задействовать паровую машину, промыть шерсть, произвести валку сукна и промыть крашенный товар. На все эти операции отводилось всего 1000 л воды. Менее затратным было производство кирпичей. Для выпуска 1000 кирпичей, учитывая значительный расход воды для приготовления глиняного раствора, было разрешено использовать 750 л воды. Ещё меньше воды тратили пивовары. Для производства одного гектолитра пива, не считая приготовления льда и охлаждения погреба, на пивоваренном заводе можно было потратить 500 л воды.

Конечно, этот регламент по расходу воды адресовался прежде всего немецким предприятиям и приведён в справочнике лишь в качестве примера для российских читателей. Воспользовались ли этими правилами отечественные производители, нам, увы, доподлинно неизвестно.

Послесловие

Аналитики и инженеры Profactor часто обращаются к дореволюционному трёхтомному справочнику и находят в нём уникальные сведения об истории и процессе развития системы отопления, газо-, паро- и водопроводной арматуры. Избранные находки адаптируются, и на их основе готовятся обзорные материалы с уникальными иллюстрациями из самого справочника Hütte 1916–1917 годов. Пятый обзор из этой серии, как видите, завершён, но путешествия в прошлое на «машине времени Hütte» вскоре продолжатся. ●

Компакт-унитаз «европейского» типа в соответ- ствии с требова- ниями ГОСТ*

Ситуация с качеством смыва унитазов уже не одно десятилетие остаётся очень неблагоприятной, особенно для бюджетных сантехнических приборов. В статье предлагается комплекс мероприятий по улучшению качества смыва современных компакт-унитазов при сохранении устоявшейся технологии их изготовления. Пользуясь рекомендациями, изложенными в статье, можно выпускать компакт-унитазы, которые обеспечат качественный смыв содержимого в канализацию, причём меньшим объёмом воды.

Автор: [Ю.И. ЧУПРАКОВ](#), к.т.н.

* В данном случае подразумевается ГОСТ 13449–2017 [1].



Автор этой статьи, работая главным конструктором, занимался созданием и совершенствованием спускной и наполнительной арматуры к смывным бачкам и часто воочию наблюдал следующую картину. Обычно выпускаемая предприятием арматура после стендовых испытаний упаковывается вместе с паспортом на неё в полиэтиленовые пакеты и отправляется на заводы-изготовители унитазов. Попав к покупателю, унитаз устанавливается в нужном месте, арматура монтируется в смывном бачке, а коробка из-под унитаза, на которой наклеены все координаты завода-изготовителя унитаза, выбрасывается. Пакеты из-под арматуры с соответствующей документацией остаются у потребителя. Через несколько дней потребитель начинает понимать, что качество смыва у нового унитаза — совсем неудовлетворительное. Пользователь сразу же пишет в адрес изготовителя арматуры гневное письмо: «Ваш клапан плохо смывает в новом (очень красивом) унитазе. Замените нам клапан».

Из-за достаточного количества таких писем автору пришлось посетить наиболее настойчивых потребителей в пределах Москвы и ближайшего Подмосковья. При этом выявлено множество интересных фактов и практических нюансов работы унитазов, которые можно приобрести на российском рынке.



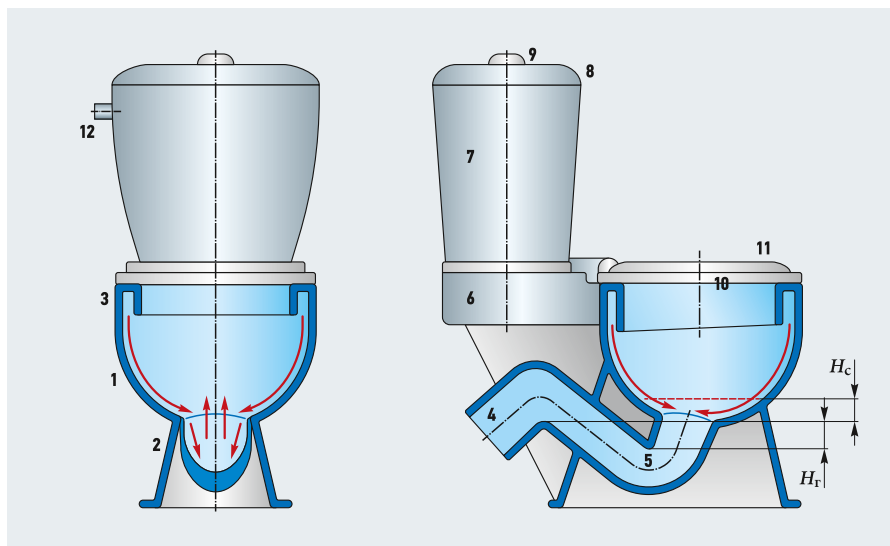
В основном это были бюджетные унитазы. Чаще всего смыв содержимого не всегда происходил после первого нажатия на кнопку пуска унитаза. Качество смыва оценивалось с помощью искусственной фекалии [2, 3] с привязанным к ней шнурком, благодаря которому данное «измерительное приспособление» становится буквально «многообразным».

Часто всего встречались недостатки, обусловленные некачественным омытием поверхностей чаши унитаза, что определялось с помощью жидкой синьки. Также были случаи, связанные с конструктивно неудачным креплением сиденья и крышки на ободу унитаза. Они постоянно сдвигаются в сторону, несмотря на сильно затянутые их крепёжные болты. Практически ни в одном обследован-



ном унитазе вода в отводе не обновляется не только при малом спуске, но и при полном. Замеры среднего расхода на смыв показывали, как правило, недопустимо малые величины — намного меньшие, чем записано в требованиях стандартов. И так далее, и тому подобное.

Следует отметить, что некоторые недостатки часто повторялись. Автором было отмечено, что повторяющиеся «ляпы» группируются по конкретным производителям унитазов, поэтому конкретного «бракодела» можно было легко «вычислить по почерку», даже если он не клеймил своё изделие.



:: **Рис. 1.** Старый унитаз — виды сбоку (а), спереди (б) и сверху (в) [1 — чаша унитаза; 2 — основание; 3 — обод; 4 — выпуск; 5 — гидрозатвор; 6 — полочка; 7 — смывной бачок; 8 — крышка бачка; 9 — кнопка пуска; 10 — сиденье; 11 — крышка унитаза; 12 — штуцер наполнительной арматуры; H_1 — высота гидрозатвора, H_c — максимальная высота подъёма воды в чаше при спуске]

При обследовании разных унитазов автор обратил внимание, что их чаши имеют некоторое отличие по кривизне в разных местах. Для того чтобы определить влияние кривизны отдельных участков чаши на качество смыва, пришлось разработать специальное приспособление для измерения степени этой кривизны. Это приспособление получилось очень удачным, и автор с долей юмора назвал его «трёхмерным кривомером». Он очень помог в разгадке проблем, связанных с пониманием качественного процесса смыва.

На рис.1 приведена принципиальная схема одного сейчас уже не очень популярного компакт-унитаза, который ныне редко оказывается на витринах строительных магазинов. Здесь он нужен, чтобы показать некоторые недостатки устройства, которые могут принести его потребителю ряд неудобств.

Прежде всего бросается в глаза полусферическая форма чаши. Видимо, конструктор не мог избавиться от детских впечатлений, а ведь эта давно устаревшая форма очень сильно задержала прогресс развития «унитазостроения». Основание унитаза конструктивно не имеет каких-то особых ограничений. Обычно встречающийся недостаток — плохая плоскостность «подшвы» унитаза, контактирующей с полом. Эта проблема при монтаже унитаза вполне устранима за счёт заполнения зазоров между полом и основанием каким-либо быстро твердеющим составом, но удобства потребителю это явно не добавляет. Но это — относительные «мелочи», а вот от конструктивных особенностей обода унитаза часто зависит и качество его смыва.

Следует сразу отметить, что совсем недавно появилось множество безободковых унитазов, в которых как бы конструктивно сделан «революционный шаг», делающий ненужными все предыдущие конструкции унитазов. На самом деле все новации в них перечёркиваются таким большим количеством новых недостатков, что начинаешь понимать поговорку: «лучшее — враг хорошего» [4].

Способ подачи воды из-под обода унитаза в его чашу условно называется «каскадный водопад» или «открытое кольцо». Он вытекает из щели, образованной внутренней поверхностью чаши и внутренней поверхностью отбортовки, без каких-либо перемычек



Что касается обода унитаза, то в настоящее время существует два способа подачи воды из смывного бачка через обод в чашу. Первый — душевой. В нижней стенке обода выполняется большое количество отверстий, вода из которых (предполагается, что равномерно) в виде активных струек попадает на внутренние поверхности стенки чаши и «вроде бы» очищает их. Такие унитазы выпускает Турция, и в Москве есть немало зданий, в которых установлены такие унитазы.

Их обследование позволяет сделать вывод, что качество омывания и очищения чаши в них далеки от совершенства. Прежде всего потому, что не все струи текут вертикально, верхняя часть чаши (шириной около 3–4 см) под ободом оказывается вообще сухой. А струйки воды на деле получаются «вялые» — они смачивают поверхность чаши, но следов очищения на ней не наблюдается. Кроме того, обследуемые унитазы были установлены более десяти лет назад. В результате во внутренних полостях обода накопилась ржавчина, которая из-за этих струек отложилась и на поверхности чаши. Как теперь избавиться от этих отложений внутри обода, пока не совсем ясно — их «не берёт» большинство современных средств очистки унитазов.

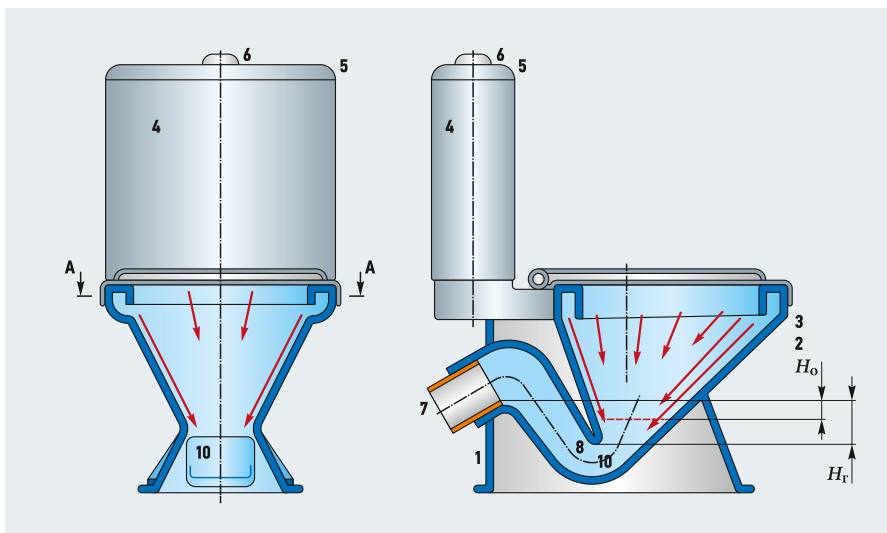
Второй способ подачи воды из-под обода унитаза в его чашу условно называется «каскадный водопад» или «открытое кольцо». Он вытекает из щели, образованной внутренней поверхностью чаши и внутренней поверхностью отбортовки, без каких-либо перемычек. Поскольку эта щель сплошная, а под ободом со временем скапливается ржавчина (трубы, по которым вода подаётся потребителям, в основном стальные), то сантехники придумали для очистки внутренней полости обода использовать зубные щётки. Поэтому эта проблема в унитазах, в которых применяется каскадный водопад, теперь отсутствует.

Как работает рассматриваемый компакт-унитаз? Смывной бачок 7 предварительно после предыдущего спуска автоматически через штуцер 12 заполняется водой объёмом 6 л. После кратковременного нажатия на кнопку 9 пуска клапан спускной арматуры (на схеме не показан) открывается, и вода из смывного бачка 7 начинает поступать сначала в канал обода 3 унитаза, затем в чашу 1 и далее в отвод 4. После опорожнения смывного бачка 1 клапан его спускной арматуры закрывается, и вода из сети через штуцер 12 наполнительной арматуры снова наполняет в автоматическом режиме смывной бачок теми же 6 л воды.

Перед началом любого спуска гидрозатвор 5 всегда заполнен водой. Это необходимо для того, чтобы предотвратить попадание канализационных газов в жилые помещения. И это действительно очень хороший способ защиты потребителей от токсичных и опасных канализационных газов. Правда, при долгом отсутствии жильцов вода в гидрозатворе может испариться, и квартира может пропитаться очень неприятными запахами, удаление которых связано с преодолением ряда проблем вплоть до капитального ремонта.

Далее сразу после начала процесса спуска уровень воды в гидрозатворе 5 с увеличением расхода на смыв начинает плавно подниматься, так как сечение канала отвода специально занижено. Обычно оно имеет диаметр около 85 мм. Подъём уровня воды в чаше на высоту H_c приводит к подъёму воды во всём отводе, и она самотёком сливается в канализационную трубу. К сожалению, подъём уровня воды в этом случае не очень большой и составляет величину порядка 3 см. Поэтому лёгкие фракции содержимого отвода не всегда покидают чашу даже во время полного спуска. Этому также способствуют обратные потоки из входной части отвода. Они появляются из-за воды, стекающей по стенкам чаши в периметр входного участка отвода. Этот ниспадающий ножеобразный поток (по периметру отвода) вытесняет воду из центральной части начального участка отвода обратно в чашу вместе со всем содержимым (фекалии, моча и лёгкие фракции). При нажатии на кнопку малого спуска картина смыва получается вообще жалкая. Качество смыва плохое, и приходится на кнопку нажимать повторно и неоднократно, что приводит к дополнительному расходу воды.

Вытекание воды из-под обода унитаза и её распределение по поверхности чаши также имеет свои особенности. Попадая из смывного бачка в каналы обода, вода совершает путь к стенкам чаши по сложным траекториям. Первая неприятность — вода движется под слабым гравитационным напором, в результате чего она не всегда достигает даже самой дальней от смывного бачка передней части обода. Это происходит в том числе и от потери воды, вытекающей из кольцевой щели обода. Кроме того, существуют потери напора и по мере протекания воды в канале под ободом. Очень часто бывает так, что посыпанная опилками мокрая поверхность чаши показывает, что самая далёкая от смывного бачка часть чаши вообще не омывается водой, оставляя там «косынку» не омытой водой поверхности. Последнее даже приводило к тому,



:: Рис. 2. Новый унитаз — виды спереди (а) и сбоку (б) [1 — основание унитаза; 2 — чаша; 3 — обод; 4 — смывной бачок; 5 — крышка бачка; 6 — кнопка пуска; 7 — отвод; 8 — гидрозатвор; H_r — высота гидравлического затвора, H_o — средняя глубина опускания уровня воды в отводе при спуске за счёт силового воздействия потоков, вытекающих из-под обода]

что производитель старался сократить каналы обода, выполняя его круглым и малого внутреннего диаметра (около 250 мм). Такие унитазы годятся детям, но не крупным мужчинам.

У таких унитазов с точки зрения качества смыва вода, имеющая напор около 0,3 м, подходя в чаше к начальному участку отвода, практически полностью теряет свою кинетическую энергию. Так происходит из-за того, что поток, который сначала протекал вертикально в верхней части чаши из-за изгибов дна, вдруг меняет свою траекторию на горизонтальную. Это очень нерационально с инженерной

точки зрения, так как данную энергию можно было бы употребить на принудительное перемещение содержимого чаши унитаза в канализацию.

Имеется ещё один недостаток, с которым производители унитазов постоянно с переменным успехом борются, — это отсутствие у сантехнического прибора функции «антивсплеск».

Прежде чем перейти к унитазам с хорошими эксплуатационными показателями, хочется вспомнить о высоко располагаемых смывных бачках, идея которых была передана России итальянцами. Они обладали относительно хорошими качествами смыва, но сильно шумели во время спуска воды. Очень быстро на смену им пришли компакт-унитазы с низким уровнем шума, но с отвратительным качеством смыва. Автор считает, что компакт-унитазы могли быть доведены «до ума» ещё советской инженерной школой, но во времена СССР приоритет отдавался не бытовым сферам, а преимущественно оборонным — прежде всего военно-космической отрасли. В настоящее время инженерная мысль вот уже 30 лет возвращается «из космоса» к унитазам, поэтому есть надежда на радикальное улучшение как самих компакт-унитазов, так и спусковой арматуры, и на значительное повышение качества смыва этих необходимых в быту сантехнических приборов.

На рис. 2 приведено схемно-конструктивное изображение принципиально нового компакт-унитаза. Его хорошие эксплуатационные показатели получены без «революционных» решений, а только за счёт новых знаний, которые основаны на тщательных результатах экспериментального целевого исследования широко известных конструкций отечественных унитазов, а также лучших компакт-унитазов Европы.



Какие же отличия нового унитаза (рис. 2) от предыдущего (рис. 1)? Большие. Перечислим их по пунктам.

1. Новый смывной бачок стал намного выше и меньше в глубину примерно при той же ширине. Это необходимо для того, чтобы обеспечить при ограниченных объёмах заполнения бачка водой как можно более высокий её уровень. Желательно, чтобы габариты нового смывного бачка были примерно такими: ширина 350, глубина 150 мм и высота без крышки — 350 мм. Ещё лучше — 400 мм для более качественного смыва.

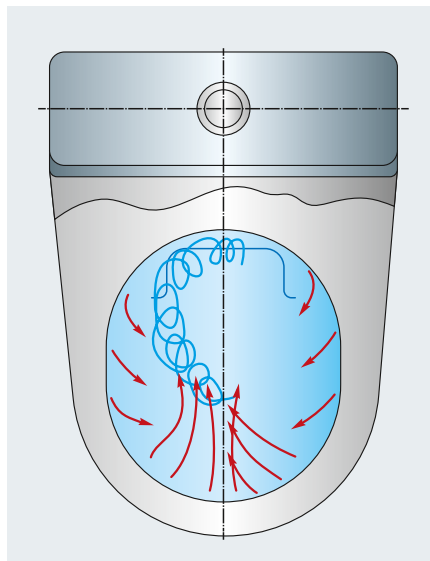
Кроме того, это предельная высота при использовании спускной арматуры ООО «Вымпел-М». Её средний расход на смыв также вне конкуренции.

2. Следует особо отметить, что в новом смывном бачке с увеличением высоты его заполнения в процессе спуска воды средний расход воды может увеличиться до двух раз и более по сравнению со старыми бачками. Если в старых унитазах средний расход воды составляет около 1,6 л/с, то в новых унитазах он будет примерно в два раза большим. Далее, следует учесть, что при спуске воды внутри смывного бачка появляется разрежение, которое может привести к существенному уменьшению среднего расхода на смыв.

Очень важна геометрия чаши нового унитаза, то есть форма её стенок, изгибов и переходов. Чаша нового унитаза должна иметь воронкообразную форму, причём обязательно близкую к конусообразной

В старых унитазах с малыми средними расходами на смыв этой проблемы не существовало, так как в результате коробления крышки бачка или технологических наростов в месте её контакта с бачком образовывалась щель, которая своей сравнительно большой суммарной площадью компенсировала вакуумирование за счёт притока воздуха извне. В новых унитазах с повышенным средним расходом на смыв в конструкции смывного бачка необходимо предусмотреть сапун (отверстие) площадью более 5 см² [3].

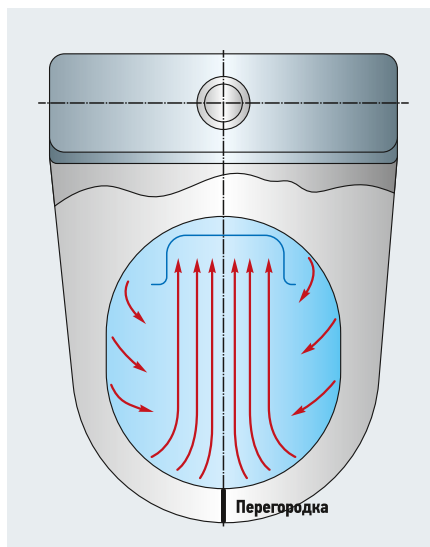
При выборе глубины старого бачка, видимо, ориентировались на его устойчивость и на габариты кронштейна, на который бачок устанавливался на высоте почти 2 м (ориентиром глубины, по-видимому, служила ширина кронштейна, на который он устанавливался). Ориентиром ширины бачка, очевидно, служила



:: **Рис. 3. Новый унитаз — вид сверху (сечение А-А на основании рис. 1)**

ширина обода унитаза. Высота же определялась габаритами начинки смывного бачка. Габариты последнего были примерно такими (в × ш × г): 350 × 300 × 200 мм.

3. Очень важна геометрия чаши нового унитаза, то есть форма её стенок, изгибов и переходов. В отличие от старого унитаза, чаша нового должна иметь воронкообразную форму, причём обязательно со стенками в направлении течения воды из-под обода, не имеющими кривизны или малой кривизной, то есть чаша должна быть близкой к конусообразной форме. Это необходимо, чтобы поток, вытекающий из-под обода, смог бы принудительно проталкивать содержимое отвода в канализацию. Важно также организовать достаточной ширины поток из-под передней части обода, чтобы он с минимальными потерями попадал прямо в центр приёмного канала отвода.



:: **Рис. 4. Новый унитаз — вид сверху (сечение А-А на основании рис. 1 с перегородкой)**

4. Последнее без осуществления специальных мер обеспечить невозможно, и вот почему. На рис. 3 изображено сечение по А-А (из рис. 2а). Левый и правый потоки в обода подходят к месту встречи в передней части обода, и дальше они, по идее, должны течь по оси симметрии чаши. На деле оказывается совсем не так. Поскольку гидравлические сопротивления левого и правого канала отличаются из-за неровностей этих каналов (всё-таки это литьё со своими отклонениями), то место встречи левого и правого потока смещается в сторону меньшего потока, и суммарная струя отклоняется от оси симметрии унитаза также в сторону меньшего потока. Она также почему-то закручивается и неожиданно очень компактно (относительно тонкой струей) движется несколько в сторону от входного отверстия отвода. Иногда это приводит к закручиванию основного потока, поэтому его кинетическая энергия падает до нуля, и проталкивания воды отвода в канализацию не происходит. Это явление автор наблюдал даже в некоторых унитазах производства Gustavsberg.



5. Выход из создавшейся тупиковой ситуации автором был найден, и проблема удачно разрешилась. Для этого в центре передней части канала нужно было установить перегородку, как это показано на рис. 4. Теперь отклонение обоих потоков в отводе не будет зависеть от их относительной скорости, а будет зависеть только от формы стенки и от места её установки.

6. Необходимо также уменьшить гидравлическое сопротивление канала отвода посредством увеличения его гидравлического диаметра до 100 мм (вместо 85 мм). Тогда площадь сечения канала увеличится почти на 40%, что решает проблему обновления воды в отводе унитаза после любого спуска.

7. Обследование большого количества унитазов выявило ещё одну гигиеническую проблему, которая сводится к тому, что площадь приёмной части канала отвода недостаточна, чтобы фекалии попадали только в её воду. Чаще они попадают на ребро приёмного канала и оставляют на нём и на нижней поверхности чаши неприятные мазы, которые не смываются потоком воды в процессе спуска. Для их удаления требуется применение ёршика. Если промедлить с этой операцией, то засохшие фекалии потом придётся отмыть, затрачивая значительные усилия.

8. Очень серьёзная проблема — анти-всплеск. Однако она решаема. Люди давно заметили, что опривление в воду приводит к появлению брызг, попадающих на интимные части тела. Но, если в воде закрепить специальное приспособление (нечто вроде усечённого узкого конуса), верхний торец которого находится почти заподлицо с гладью воды, то брызги перестанут образовываться. Видимо, твёрдый предмет конической формы, находящийся в воде, как-то влияет на распространение колебаний, возникающих от падения фекалий в воду, препятствуя появлению брызг или отклоняя их.

Известен также способ предотвращения брызг, который некоторые производители унитазов рекламируют как «систему «антивсплеск»». С этой системой всплеска действительно нет, но возникает другая проблема. Задняя стенка чаши выполняется косою настолько, что фекалия при падении сначала попадает на эту косую стенку и из-за торможения плавно сползает без брызг в отвод. Но при её сползании по косой стенке остаётся маз — след, который нужно быстро смыть ёршиком.

Сейчас многие производители унитазов систему «антивсплеск» выполняют за счёт плавного изменения увеличения глубины донной части входного участка отвода. Она увеличивается от минимального размера до примерно 80–100 мм в месте его полноценного входа в тело унитаза, которое на рис. 26 обозначено цифрой 10. Простота этой конструкции очевидна. И если после спуска на наклонной поверхности остаются мазы, то они остаются покрытые водой, не издают запахов, поскольку находятся в воде, не присыхают, а размачиваются. При последующем спуске они легко смываются.

9. Увеличение площади сечения трубы отвода, если её сделать по-прежнему круглой, может затронуть другие размеры унитаза. Поэтому канал отвода следует выполнить прямоугольным с закруглением крутых изгибов, как это показано на рис. 2а и 2б и обозначено цифрой 10.



10. В своей верхней части этот прямоугольный канал должен плавно перейти к круглой форме с диаметром, равным 100 мм. В эту часть круглой формы следует вклеить отрезок канализационной трубы 7 диаметром 100 мм, как показано на рис. 2б. Последнее необходимо для удобного подсоединения к канализационной трубе.

11. Однако главная задача при создании нового унитаза заключалась в обеспечении существенного увеличения среднего расхода на смыв в процессе спуска. Она решалась за счёт создания новой спускной арматуры, которая, наряду с перечисленными выше изменениями (1–10) в новой конструкции унитаза, при тех же габаритах отверстия в дне бачка обеспечивала бы возможность монтажа любой другой спускной арматуры. Подробное описание новой спускной арматуры изложено в [5]. Её особенность заключается в следующем. В высокий смывной бачок наливается большой объём воды, например, 12 л. Спуск же воды автоматически благодаря предварительной настройке прекращается после опускания уровня воды в бачке до уровня, соответствующего 8 л наполнения бачка. После завершения спуска в смывном бачке останется 8 л воды. На спуск же уйдёт всего 4 л.

Новый унитаз обладает намного лучшими качествами смыва, чем основная масса старых унитазов. Кроме того, это подтверждается и модернизированным унитазом, установленным в квартире автора. Этот унитаз обеспечивает качественный смыв при спуске 4 л воды. Автор уверен, что качественный смыв можно обеспечить, используя всего 3 л воды

Автор считает, что целесообразно ввести новый параметр — интенсивность смыва I_s [л²/с], которая определяется как произведение объёма воды на спуск V [л] и величины среднего расхода на спуск Q [л/с]. Интенсивность смыва для нового унитаза составит $VQ = 4 \times 3 = 12$ л²/с. Для «обычного» старого унитаза интенсивность смыва равна $6 \times 1,6 = 9,6$ л²/с. Отсюда следует, что интенсивность смыва в новом унитазе существенно выше — даже несмотря на то, что объём воды, участвующий в обеспечении расхода, в полтора раза меньше, чем в старом унитазе.

Последнее убедительно доказывает, что новый унитаз обладает намного лучшими качествами смыва, чем основная масса старых унитазов. Кроме того, это подтверждается и модернизированным унитазом, установленным в квартире автора. Этот унитаз обеспечивает качественный смыв при спуске 4 л воды. Автор уверен, что качественный смыв можно обеспечить, используя всего 3 л воды, если выполнить все рекомендации, изложенные выше.

Следует отметить, что упомянутый унитаз в квартире автора пока не может обеспечить качественный смыв с помощью 3 л воды, так как внутренний диаметр его отвода составляет всего 85 мм, а не обоснованные выше 100 мм. ●

1. ГОСТ 13449–2017. Изделия керамические. Методы испытаний / Дата введ.: 01.03.2018. — М.: Стандартинформ, 2019.
2. Чупраков Ю.И. Новая методика реальной оценки эффективности смыва компакт-унитазов // Журнал СОК, 2017. №2. С. 38–46.
3. Чупраков Ю.И. Простой метод определения реальной плотности искусственной фекалии // Журнал СОК, 2021. №7. С. 21–23.
4. Осторожно: безободковые унитазы // Журнал СОК, 2018. №3. С. 26–31.
5. Чупраков Ю.И. Конструктивная схема арматуры для унитазов с существенно увеличенным расходом на смыв // Журнал СОК, 2022. №3. С. 30–34.



Технологии и управление системой произ- водства удобре- ний из осадков дождевых вод

Рецензия эксперта на статью получена
23.03.2022 [The expert review of the article
received on Mart 23, 2022].

Одной из главных экологических проблем существования и развития современных городов является утилизация хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Для решения этой задачи предлагаются различные методы, описанные в литературе. В частности, Е.И. Пупырев в статье [1] представляет детальный анализ централизованных и децентрализованных систем управления водоочисткой и водоотведением с данными по различным странам, А.П. Андрианов представляет технологию мембранного биореактора [2], Ю.А. Кайгородова рассказывает и анализирует применяемое оборудование — осадительные центрифуги, декантеры, сепараторы, сгустители [3].

Другие исследователи представляют различные способы и технологии очистки, в том числе биологические, повышающие эффективность очистки сточных вод. При этом в исследованиях явно недостаточно внимания уделяется специфике очистки дождевых вод, собирающихся в ливнестоках.

Современный город Сочи — это, с одной стороны, уникальный приморский и горноклиматический курорт федерального значения, самый крупный бальнеологический курорт, а с другой — быстро развивающаяся «южная столица» России. При этом Сочи — город, расположенный в субтропиках, что обуславливает значи-

тельное количество осадков, собирающихся и в силу ландшафта и организации ливнестоков, попадающих в горные реки и далее в море, что приводит к загрязнению моря, пляжей, что отрицательно влияет, во-первых, на здоровье отдыхающих, во-вторых, на туристическую привлекательность курорта.

Сочи расположен в субтропиках, что обуславливает значительное количество осадков, в силу ландшафта и организации ливнестоков попадающих в горные реки и далее в море, что приводит к загрязнению моря и пляжей

Важность решения проблемы утилизации осадков дождевых вод практически проявилась, например, в Краснодарском водохранилище — фактом появления настоящих «островов» из различных отбросов и осадков [4]. В состав этих отложений входят деревянные палки, останки мёртвых животных, остатки жизнедеятельности животных, сорняки растений, которые ухудшают качество воды водохранилища. Гниение этих отходов значительно ухудшает экологию водохранилищ вследствие протекания сопутствующих опасных биологических процессов.

УДК 628.38. Научная специальность: 05.23.04.

Технологии и управление системой производства удобрений из осадков дождевых вод

Л. Н. Приходько, к.т.н., доцент; С. В. Гриненко, д.э.н., профессор; Е. В. Белякова, старший преподаватель, [Сочинский государственный университет](#) (СГУ, г. Сочи)

В курортной зоне, где продолжительное время года наблюдается большое количество осадков, которые приводят к загрязнению моря, влияют на окружающую среду и на здоровье проживающих жителей и отдыхающих, стоит вопрос о необходимости утилизации осадков сточных дождевых вод. В работе рассмотрена конструкция биокомпостеров высокой производительности компостирования в виде вращающихся миксеров с подводом горячего воздуха для получения удобрений из осадков дождевых сточных вод.

Ключевые слова: сточные воды, осадки, ливнестоки, утилизация осадков дождевых вод.

UDC 628.38. The number of scientific specialty: 05.23.04.

Technologies and management of the fertilizer production system from rainwater precipitation

L. N. Prikhodko, PhD, Associate Professor; S. V. Grinenko, Doctor of Economics, Professor; E. V. Belyakova, senior lecturer, [Sochi State University](#) (Sochi city)

In the resort area, where there is a large amount of precipitation for a long time of the year, which leads to sea pollution, affects the environment and the health of residents and vacationers, there is a question of the need to dispose of sewage rainwater. The paper considers the design of biocomposters of high composting performance in the form of rotating mixers with hot air supply for obtaining fertilizers from rainwater precipitation.

Key words: sewage, precipitation, storm drains, utilization of rainwater precipitation.

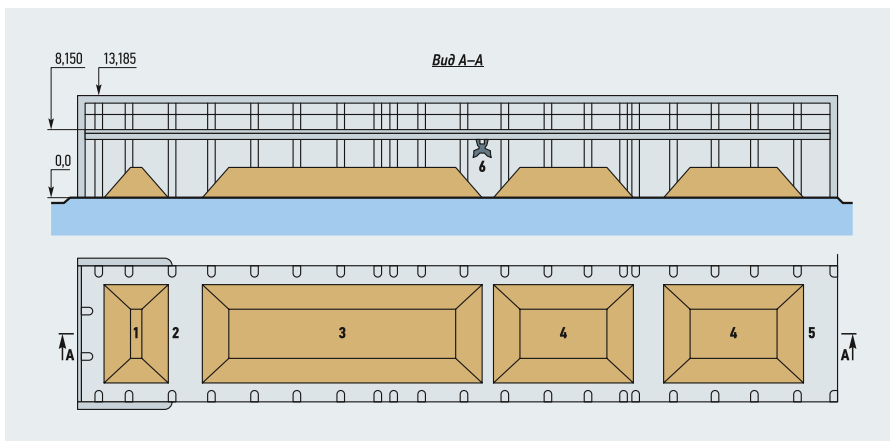


Рис. 1. Площадка компостирования (1 — закрытая площадка для хранения посадочного материала; 2 — площадка для погрузки готового компоста; 3 — площадка дозревания; 4 — площадка компостирования; 5 — площадка смешения осадка с посадочным материалом; 6 — кран)

Особые условия формирования ливневых стоков, высокие требования к степени очистки ливневых вод, неравномерность расхода и состава поверхностного стока, необходимость обеспечения круглогодичной готовности к работе очистных сооружений определяют специфику и важность принятия особых технологических решений в вопросе сбора, регулирования, очистки и обработки осадков ливневых вод.

Дождевые воды транспортируют погибшие деревья и их обломки, листву, сорную траву, останки животных и продуктов их жизнедеятельности, масла, нефтепродукты (выделения автотранспорта), пластмассовые бутылки и прочее. На территории локальных очистных сооружений (ЛОС) или в дождевых лотках и каналах все эти примеси могут задерживаться и подлежат измельчению. Измельчённые отходы подвергаются компостированию на площадках компостирования или в биокомпостерах высокой производительности [5, 6].

В качестве примера такой переработки отходов дождевых вод можно назвать производство, реализованное инженером С. Н. Бабасюк, который использовал отходы, накапливающиеся в нагорных канавах Имеретинской низменности, а также задерживающиеся на решётках приёмных резервуаров, усреднителей и накопителей дождевых вод.

Скорость процесса при аэробном биокомпостировании зависит от массообмена, температуры и наличия соответствующих микроорганизмов, адаптивных к разложению целлюлозы, древесины, белковых веществ, углеводов и жиров, а также прочих компонентов, входящих в состав отходов.

Поскольку в компосте происходит интенсивный разогрев, то при повыше-

нии температуры в компостной массе до 60–70°C наблюдается обеззараживание компостируемых веществ от большинства болезнетворных бактерий, вирусов и мелких животных. Выделяющийся при компостировании углекислый газ целесообразно задействовать для фотосинтеза растений и обогащения воздуха кислородом, поэтому площадки компостирования желательно совмещать с теплицами, окружать заборами из вечнозелёных растений, например, хвойных деревьев.

Следует также отметить, что пластмассовые изделия после измельчения тоже разрушаются под воздействием светового излучения воды и микроорганизмов. Необходимо только подобрать наиболее оптимальный спектр излучения.

Н. И. Куликов запатентовал и описал конструкции биокомпостеров высокой производительности компостирования в виде вращающихся миксеров с подводом горячего воздуха [7]. Скорость компостирования в них увеличена в пять раз в сравнении с переработкой отходов в площадках компостирования.

Образец конструкции площадки компостирования представлен на рис. 1.

В состав технологической линии входят следующие элементы: склад отходов, измельчитель отходов, транспортёр подачи измельчённых отходов на площадку компостирования, передвижной рыхлитель компостируемой смеси, бункер для накопления готового удобрения, мешки для перевозки удобрения потребителям.

Процесс компостирования на площадках длится одну-две недели и сопровождается выделением тепла, что позволяет его осуществлять в Сочи в течении всего года. Ускорить процесс компостирования до трёх-пяти суток можно в биокомпостерах Н. И. Куликова [8, 9] (рис. 2), выполненных в виде вращающихся ёмкостей (их конструкция аналогична бетономешалкам), установленных на площадке компостирования.

Получение удобрений из осадков дождевых сточных вод очень актуально, особенно с учётом текущей экономической ситуации и в районах с большим количеством атмосферных осадков, вымывающих из почвы необходимые растениям органоминеральные вещества.

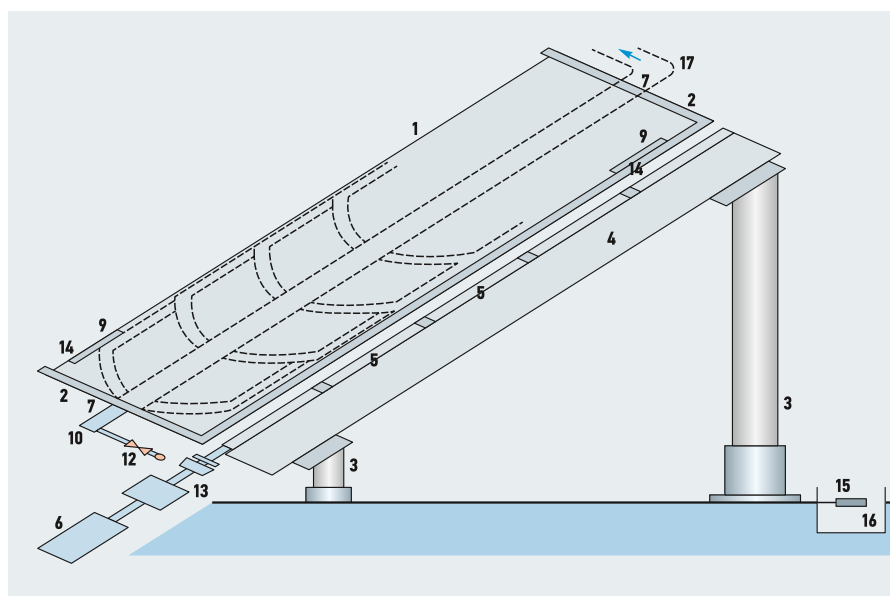


Рис. 2. Биокомпостер высокой производительности [1 — обечайка биобарабана (ББ); 2 — крышка ББ; 3 — выдвижные опоры платформы ББ; 4 — платформы ББ; 5 — ролики вращения ББ; 6 — мотор-редуктор вращения роликов; 7 — подшипники в крышках ББ; 8 — люк загрузки компостируемой смеси; 9 — люк выгрузки готового компоста; 10 — воздуховод горячего воздуха; 11 — трубы распределения воздуха внутри ББ, скребки; 12 — задвижка на воздуховоде; 13 — муфта сцепления моторов-редукторов в роликах; 14 — крышка люка; 15 — канал транспортёра готового компоста; 16 — лента транспортёра; 17 — отвод газов компостирования]

При добавлении компоста в почву он быстро разлагается, выделяя основные питательные вещества для растений: азот, фосфор, калий и микроэлементы. Органические компоненты компоста увеличивают способность почвы удерживать влагу. Эти факторы повышают устойчивость почвы к ветровой и почвенной эрозии.

Гигиенические исследования переработанных отходов, а также полученного из них компоста подтвердили их санитарно-эпидемиологическую безопасность, высокую удобрительную ценность и позволили рекомендовать эти продукты для удобрения почв под лесопарковые посадки, посадки декоративных кустарников и технические культуры при соблюдении соответствующих мероприятий.

Эффектом от внедрения систем очистки дождевых вод станет производство органического удобрения, обладающего рядом ценных характеристик, поскольку оно соответствует водно-физиологическим свойствам сельскохозяйственных почв. В таком удобрении содержится значительное количество необходимых растениям микро- и макроэлементов, а также оно способствует повышению биологической активности почв [10].

Отсутствие эффективной системы обработки осадков ливневых стоков в городе-курорте Сочи приводит к загрязнению Чёрного моря и антисанитарной ситуации на территории пляжей. Поэтому применение новых эффективных способов получения удобрений из дождевых вод — это важная задача, требующая решения для повышения привлекательности города для туристов.

Следует также отметить, что подобные ЛОС могут стать эффективным инвестиционным проектом, поскольку позволят получать органическое удобрение, востребованное во многих регионах нашей страны, начиная с Краснодарского края.



Безусловно, следует рассматривать данную проблему системно — с учётом необходимости модернизации ливнестоков, что возможно при формировании генерального градостроительного плана города Сочи, а также при реализации данных проектов обязательно на основе государственно-частного партнёрства.

Эффективной формой управления при реализации децентрализованной модели управления системами водоотведения является государственно-частное партнёрство, как альтернатива обычной централизованной канализационной системе

Системы водоотведения, как свидетельствует мировая практика, могут находиться как в муниципальной, так и в частной собственности. В России управление системами водоотведения централизованное и находится в муниципальной собственности. Большинство очистных сооружений крупных городов построены в 1970-е годы, и в настоящее время, за исключением некоторых крупных городов,

очистные сооружения находятся в неудовлетворительном состоянии. Это же касается и ливнестоков, которым не уделяется должного внимания при осуществлении новой застройки, а также не осуществляется регулярная очистка и капитальный ремонт в «старых» районах Сочи. Имеют место и такие случаи, когда ливнестоки закрываются частными застройщиками, что, безусловно, недопустимо.

Эффективной формой управления при реализации децентрализованной модели управления системами водоотведения является государственно-частное партнёрство (ГЧП), как альтернатива централизованной канализационной системе. Помимо выстраивания системы управления очисткой дождевых осадочных вод, ГЧП также может стать платформой для осуществления инвестирования в модернизацию системы ЛОС со встроенными площадками очистки. ●

1. Пупырев Е.И. Сбор и очистка хозяйственно-бытовых сточных вод: критический обзор достигнутых результатов // Вестник МГСУ, 2019. №11. С. 1365–1407.
2. Андрианов А.П. Очистка сточных вод с применением технологии мембранного биореактора // Экология производства, 2012. №11. С. 66–74.
3. Кайгородова Ю.А. Утилизация осадков сточных вод // Экология производства, 2012. №11. С. 65.
4. Очистка муниципальных сточных вод с повторным использованием воды и обработанных осадков: теория и практика / Н.И. Куликов, А.Н. Ножевникова и др. — М.: Логос, 2015. 400 с.
5. Водоотведение / Н.И. Куликов, Е.Н. Куликова и др. — М.: Ленанд, 2018. 406 с.
6. СНиП 2.04.03–85. Канализация. Наружные сети и сооружения / Дата введ.: 01.01.1986. — М.: ЦНТИ Госстроя СССР, 1986. 72 с.
7. Патент РФ №151102 U1. МПК C05F 7/00. Биокомпостер для переработки осадков сточных вод / Н.И. Куликов, Д.В. Попов, Е.Н. Куликова, Л.Н. Приходько. Патентообл.: ЗАО «Компания «Экос» №20141159640/13. Заявл. 18.04.2014; опубл. 20.03.2015. Бюл. №8.
8. Биологическая очистка воды (теоретическая практика) / Н.И. Куликов, М.Г. Зубов и др. — Сочи: Изд-во «Дория», 2013. 285 с.
9. Искусственные круговороты воды, воздуха и пищи как основа системы жизнеобеспечения нового поколения / Н.И. Куликов, Е.Н. Куликова и др. — М.: Ленанд, 2016. 129 с.
10. Зайнуллин Р.Р., Галиутдинов А.А. Производство удобрений из осадков сточных вод // Инновационная наука, 2016. №6. С. 77–79.

References — see page 80.





Российский унитаз с подачей воды в чашу под повышенным давлением

В настоящее время семейство «европейских» унитазов включает два вида устройств: напольные и настенные. Достоинства напольных унитазов заключаются в том, что они устанавливаются прямо на пол туалетного помещения почти вплотную к одной из стен. И, если бачок устанавливался на полочке унитаза, то никаких строительных работ больше проводить не нужно, а унитаз можно продвинуть ближе к стенке.

Существуют также напольные унитазы, у которых смывные бачки крепятся над унитазом на стену, а вода из него подаётся в унитаз с помощью специальной трубы. Последние по высоте размещения бачков делятся на высоко-, средне- и низкорасполагаемые.

Высокорасполагаемые смывные бачки, благодаря высокому расположению над унитазом (от 0,9 до 1,9 м), позволяют получить в процессе спуска воды более высокие расходы на смыв по сравнению с компакт-унитазами, что обеспечивает более качественный смыв содержимого чаши в канализацию, а также более качественное очищение рабочей поверхности чаши. Однако высокое размещение бачков затрудняет регулировку и ремонт спусковой и наполнительной арматуры. Кроме того, высокорасполагаемые смывные бачки при спуске очень громко шумят. При применении средне- и низкорасполагаемых смывных бачков этих недостатков, присущих высокорасполагаемым бачкам, не наблюдается. Однако качество смыва и очищения чаши заметно ухудшается.



Настенные унитазы выгодно отличаются от напольных тем, что они очень компактны, поскольку их смывной бачок убирается за стену, на которой крепится уже укороченный за счёт ликвидации полочки унитаз. Кроме того, из-за отсутствия пьедестала корпус унитаза не касается пола, то есть висит над ним. Такой унитаз особенно хорошо вписывается в маленькие туалетные помещения, обеспечивая комфортные условия для уборки его пола. Однако это, пожалуй, единственное достоинство настенного унитаза с инсталляцией. Сама инсталляция имеет достаточно большое количество недостатков, которые заставляют крепко задуматься при выборе решения об её использовании.

Высокорасполагаемые смывные бачки обеспечивают высокие расходы на смыв, что даёт более качественный смыв содержимого чаши в канализацию и лучшее очищение рабочей поверхности чаши

Наиболее существенными недостатками применения инсталляции с настенным унитазом являются следующие. Во-первых, объём работ и стоимость подготовки для размещения инсталляции может существенно превышать стоимость компакт- унитаза вместе с его монтажом. Во-вторых, в случае необходимости замены инсталляции или её крупных узлов необходимо демонтировать стенку, её закрывающую. И, в-третьих, устоявшиеся к настоящему времени конструктивные схемы подачи воды в чашу унитаза не могут обеспечить за счёт только процесса спуска качественного очищения внутренней поверхности чаши. То же касается и полного обновления воды в отводном канале, причём даже в случае, когда канализационная труба, лежащая на полу, в месте установки унитаза заканчивается цилиндром диаметром 100 мм, отходящим от трубы под углом 30–45°.

Центр среза этой трубы с уплотнительным узлом должен располагаться от пола на высоте около 65 мм. Тогда выходной участок отвода унитаза вместе с канализационной трубой будет иметь достаточно большой уклон для качественного удаления в канализацию содержимого унитаза. К сожалению, почти у всех настенных унитазов наружный конец отвода выполнен горизонтальным. Последнее при соединении с горизонтальным отводом стояка приводит к большим неприятностям, которые сводятся к сложностям полного обновления воды в отводе унитаза в процессе даже полного спуска.



Совсем другое дело, если горизонтальный отвод от стояка для подсоединения к отводу унитаза окажется чуть ниже отвода унитаза или будет на том же уровне. Тогда можно будет избежать засорения отвода, а также исключить попадание содержимого стояка канализации в унитаз. Но и в этом случае из-за отсутствия достаточного уклона в нижней части отвода могут (со временем) появиться отложения, которые затруднят транспортировку содержимого унитаза в канализационную сеть.

Кроме того, унитазы с инсталляцией служат без ремонта только несколько лет. Если в старых унитазах люди, не имеющие специальных навыков, могли как-то сами сделать ремонт, то для ремонта унитаза с инсталляцией нужны специалисты, способные эту работу выполнить. Это объясняется тем, что к инсталляции доступ есть, но без знания конструктивных особенностей устройства конкретной инсталляции качественного ремонта выполнить не удастся. Следует также учесть, что стоимость ремонта унитазов с инсталляцией с каждым годом заметно увеличивается.



Современные европейские унитазы не обладают высокими качествами смыва в процессе даже полного спуска воды в чашу. Основными причинами отсутствия в них этого важнейшего показателя являются следующие:

- низкое значение величины гравитационного напора воды, поступающей в чашу унитаза, который, по сути дела, не очищает поверхность чаши, а только смывает её;
- недостаточно высокая компактность и направленность потоков воды, вытекающих из-под обода унитаза в направлении входного отверстия отвода;
- не совсем удачная форма поверхности чаши, которая не способствует надлежащей направленности потока и, соответственно, качественному очищению чаши унитаза;
- практически не используется кинетическая энергия потока, вытекающего из-под обода унитаза, для принудительной транспортировки содержимого унитаза в канализационную сеть.

Кроме того, европейские унитазы имеют ещё ряд недостатков, к которым следует отнести наиболее существенные:

- неполное обновление воды в отводе после спуска (это встречается в большинстве унитазов вообще, а особенно в унитазах с инсталляцией);
- появление при падении фекалий в воду отвода брызг воды, попадающих на интимные части пользователя;
- попадание на пол туалетного помещения воды при увеличенном расходе воды на смыв во время её спуска.

Далее по каждому из перечисленных причин неудовлетворительного качества смыва унитазов и других недостатков будут изложены уже известные способы улучшения рассматриваемых показателей, а также предложения (разработанные автором этой статьи), значительно улучшающие эти показатели по сравнению с имеющимися решениями.

Увеличение значения напора воды для очищения чаши

Значение величины гравитационного напора воды, вытекающей из-под обода унитаза, определяется высотой уровня воды в смывном бачке, которая по мере опорожнения бачка уменьшается от максимума до нуля. Максимальная же величина гравитационного напора в смывных бачках современных унитазов европейского типа составляет примерно от 16 до 21 см. Этого для качественного смыва унитаза очень мало. Необходимо, чтобы напор был в пределах, близких к 10 м (1000 см), что почти на два порядка больше, чем имеется в современных унитазах.

Этот факт уже замечен, например, американскими специалистами, которые достаточно давно установили в смывные бачки простые гидронеумоаккумуляторы (ГПА) без разделителей сред (вода — воздух). Однако в высоких домах величина напора воды в водопроводной сети может уменьшаться от нижнего до верхнего этажа почти в десять раз. Поэтому на верхних этажах вода может заполнять смывной бачок сравнительно долго, а на нижних заполнение может сопровождаться недопустимо высоким уровнем шума. Кроме того, в процессе спуска уровень воды в бачке будет понижаться. Одновременно будет уменьшаться и давление воздуха в смывном бачке. В результате величина расхода воды будет также уменьшаться. Последнее на верхних этажах зданий может привести к ухудшению качества смыва унитаза.

Известен также и другой способ увеличения среднего расхода на смыв, который в настоящее время взяли на вооружение японские специалисты. Они поместили в бачок насосы с электроприводом. Это позволяет по команде пользователя обеспечить любой требуемый расход и объём воды на смыв. Однако это требует подвода электроэнергии к унитазу, что не всегда возможно осуществить из-за проблем с электробезопасностью, а также с необходимостью бесперебойного снабжения электроэнергией сравнительно большой мощности.

1. Автор предлагает вместо смывного бачка использовать ГПА с эластичным разделителем воды и воздуха, который будет работать совместно с ресивером. При этом эластичный элемент ГПА следует выполнить таким, чтобы при расширении и сжатии его рабочая поверхность не подвергалась бы недопустимым деформациям, а в крайних положениях она ложилась бы на жёсткие стенки корпуса ГПА [1]. Последнее приведёт к существенному увеличению срока службы



ГПА, соизмеримому со сроком службы унитаза. Использование же ресивера в работе ГПА позволит обеспечить одинаковый расход на смыв в процессе всего времени спуска, что для работы унитаза немаловажно и пока недоступно ни одному унитазу. В качестве ресивера можно использовать стальную тонкостенную трубу круглого или прямоугольного сечения, заглушенную с торцов. Ресивер не обязательно прятать или устанавливать в специальных нишах. Его можно просто установить в любом углу туалета.

Вместо смывного бачка должен использоваться ГПА с эластичным разделителем воды и воздуха, который будет работать совместно с ресивером. Также для повышения качества очищения поверхности чаши унитаза нужно обеспечить компактность и мощность потоков на смыв

Выбор рабочего давления, обеспечивающего удовлетворительное качество смыва, равного одной атмосфере, позволит использовать унитаз в условиях даже сравнительно низкого давления воды в сети, например, в одноэтажных зданиях, в которых законодательно закреплено давление 0,1 МПа. Кроме того, такое давление позволит обеспечить комфортные уровни шума практически при любых давлениях воды в системе водоснабжения. В процессе создания опытных образцов необходимо будет испытать новый унитаз и на давления до 0,3 МПа.

2. Проблема обеспечения компактности и мощности потоков воды на смыв. Автор считает, что для качественной работы унитазов лучше использовать унитазы с рабочей щелью под ободом в виде открытого кольца, конструкция которого обеспечивает простое решение проблемы

очистки поверхности чаши от ржавчины. Основной недостаток предшествующих конструкций заключался в том, что основной поток воды сильно искажается и отклоняется от желаемого направления. Этот недостаток автор предлагает легко устранить за счёт установки в передней части канала обода специальной стенки, которая без потерь способна направлять поток строго по оси чаши унитаза [2]. Это легко решает проблему компактности и направленности основного потока, вытекающего из-под обода унитаза.

3. Повышение качества очищения поверхности чаши унитаза. Полушарообразная форма чаши для обеспечения качественного смыва — не годится. Она должна иметь скорее конусообразную поверхность, сходящуюся к приёмному отверстию отвода. В этом случае потери энергии ниспадающего потока, вытекающего из-под обода унитаза с увеличенной скоростью, будут значительно меньше, что поспособствует более качественной очистке рабочую поверхность чаши.

4. Обеспечение транспортировки содержимого чаши в канализационную сеть. Конусообразная поверхность чаши, по которой движется поток воды, вытекающий из-под обода унитаза под сравнительно большим давлением, обеспечивает более интенсивную транспортировку содержимого чаши в канализационную сеть. При этом направленность этого потока будет надёжно обеспечивать проталкивание содержимого чаши унитаза в канализационную сеть.

5. Обеспечение полного обновления воды в отводе после осуществления спуска. Эта проблема решается за счёт повышения величины среднего расхода воды на смыв и одновременно за счёт увеличения площади проходного сечения отвода с 85 до 100 мм. Средний же расход на смыв автоматически увеличивается при повышении давления воды до величины, равной 1 атм и более.

6. Обеспечение эффекта «антивсплеск».

Среди нескольких способов обеспечения эффекта «антивсплеск» автор выбрал наиболее технологичный и достаточно эффективный. Он заключается в том, что донная часть входного участка отвода, затопленная водой, выполнена плавно уходящей в воду на его начальном участке. Наибольшая величина углубления над уровнем воды в отводе должна составлять 60–80 мм. Опыт эксплуатации показывает, что такой «антивсплеск» является вполне комфортным и не вызывает у пользователя отрицательных эмоций.

7. Попадание на пол туалетного помещения струй и брызг воды в процессе спуска.

Это явление встречается в основном в унитазах с инсталляцией, а также иногда в унитазах с подачей воды в чашу из-под обода с открытым кольцом при повышенных напорах воды. В унитазах с инсталляцией вода из смывного бачка подаётся с заднего торца корпуса унитаза трубой внутренним диаметром около 36 мм. При среднем расходе на смыв, равным 1,9 л/с, скорость воды в трубе составит примерно 1,9 м/с. Это очень большая скорость. Поэтому, когда вода из подающей трубы с проходным сечением около 10 см² попадает в два почти прямоугольных плавно изогнутых канала в ободу унитаза, с площадью сечения каждого большей, чем площадь сечения исходной струи, то такую компактную струю уже практически ничто не ограничивает. Она запросто может, проходя по плавно изгибающемуся каналу обода (не всегда даже иногда касаясь стенок каналов обода, с учётом эффекта Коанда), вылиться за пределы унитаза на пол помещения. Чтобы подобное не происходило, при подводе воды к ободу с заднего торца унитаза подачу воды из-под обода лучше осуществлять посредством душевого принципа, то есть на нижней поверхности обода выполнить множество сравнительно мелких отверстий. Правда, со временем на рабочей поверхности чаши появятся следы ржавчины, но зато не будет воды на полу туалета. Производители инсталляций, когда столкнулись с подобным выплеском воды на пол, взяли и установили на выходе из штуцера гидродроссель, назвав его «редуктором расхода». В результате оказалось, что расход без выплеска на пол уменьшился до того, что фекалии при полном спуске не попадали в канализационную трубу, а оставались в верхней точке канала отвода, чтобы через некоторое время размокнуть и опуститься во входную часть отвода. А расход на смыв уже увеличить невозможно. Кое-как удалось решить эту проблему за счёт уве-

личения объёма воды на смыв, что является превышением требований [ГОСТ 13449–2017](#) [3]. Кстати, нелишним будет напомнить, что в унитазах с инсталляцией качество обновления воды в отводе совсем плохое.

В унитазах с щелью под ободом в виде открытого кольца в каналах обода и с подачей воды в соответствующее отверстие в полочке характер течения воды несколько иной. Поток воды из смывного бачка через отверстие в штуцере спусковой арматуры диаметром около 50 мм или несколько большим (до 52,5 мм) ударяется о нижнюю стенку полочки унитаза и плавно растекается в её полости. Острых неуправляемых струй уже не получается, и вода в каналах обода течёт относительно плавно без серьёзных завихрений.



Таким образом, автор изложил перечень необходимых изменений в конструкции туалетов, которые сделают их по качеству смыва лучшими в Европе. Причём цену таких туалетов можно довести до величин, которыми славятся бюджетные туалеты.

Кроме того, унитаз предлагаемой конструкции можно размещать в любых по размеру туалетных помещениях, не производя строительных работ. Последнее объясняется тем, что унитаз можно использовать как напольный без бачка, а самые габаритные узлы, например, ресивер, можно установить вертикально в любом углу туалетного помещения, поскольку его высота составляет примерно 2 м, а диаметр — около 100 мм. Так же можно поступить и с гидропневмоаккумулятором — его высота около 500 мм, а диаметр тоже составляет 100 мм.

Производство подобных туалетов позволит также решить остро возникшую в настоящее время проблему импортозамещения. Кроме того, на подобных уни-

тазах с повышенным давлением удалось резко снизить объём воды, обеспечивающий качественный смыв, до величины 4 л. Автор уверен, что если изготовить унитаз с отводом диаметром 100 мм, то на полный качественный смыв потребуется ещё меньше — только 3 л воды, что в два раза меньше современных требований (6 л), в том числе европейских. Для любого жителя России — это огромная экономия холодной воды, тарифы на которую весьма высоки.

Отличные эксплуатационные показатели предлагаемого унитаза уже были исследованы на опытных макетных образцах. Поэтому автор уверен, что потребители такие туалеты быстро оценят и, пользуясь «сарafанным радио», обещают новым, улучшенным туалетам



с увеличенным давлением подачи воды устойчивый массовый спрос. Ёршики наконец будут спрятаны, а меньшее водопотребление принесёт потребителю приятную экономию своих средств. Следует отметить, что в современных «европейских» унитазах редко бывает, чтобы после пользования унитазом не возникла необходимость очистки ёршиком следов от фекалий на нижней части внутренней поверхности чаши в окрестности входного участка отвода. Эту проблему пора решить раз и навсегда. Тем более что необходимые исследования уже завершены — настало время проектирования нового российского унитаза и изготовления его опытных образцов. ●

1. Чупраков Ю.И. Российский инсталляционный малошумный унитаз с мощным и малообъёмным расходом на смыв // Журнал СОК, 2021. №6. С. 16–23.
2. Чупраков Ю.И. Рекомендации по проектированию и конструированию компакт-унитазов «европейского» типа в соответствии с требованиями ГОСТ // Журнал СОК, 2022. №4. С. 22–26.
3. ГОСТ 13449–2017. Изделия санитарные керамические. Методы испытаний / Дата введ. 01.03.2018. — М.: Стандартинформ, 2019.



Фото: Дмитрий Нандрицкий, voproske.ru

Оценка значимости риска влияния климата на состояние иловых площадок

Введение

Климатические изменения на нашей планете происходят не только за счёт антропогенных факторов, но и из-за природных опасных гидрометеорологических явлений, влияющих на наблюдаемые и прогнозируемые долгосрочные изменения средних климатических показателей и экстремальных, включая такие аномалии, как засухи, сильные штормы и наводнения.

Согласно данным ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (Белгидромет), на территории Беларуси в последние десятилетия потепление климата происходило в среднем, как и по всему земному шару, на 0,45 °C за 10 лет.

Одним из проявлений климатических изменений является увеличение во многих регионах изменчивости и экстремальности климата. Например, на территории Беларуси участились опасные явления погоды, а также инициированные ими техногенные чрезвычайные ситуации, причём опасные гидрометеорологические явления, наблюдаемые в течение двух последних десятилетий, оказались более интенсивными и разрушительными, чем когда-либо [1]. По данным МЧС Республики Беларусь, наиболее разрушительными были наводнения, лесные пожары и аномальная жара.

Большую роль в оценке потенциальных убытков от влияния рисков природ-

ных катастроф играют релевантные и качественные исторические данные о произошедших катастрофах и ущербе от них. Во всём мире создаются и поддерживаются центры накопления информации о реализовавшихся природных катастрофах, размере ущерба от них, информации о покрытии ущерба страхованием, сумме страховых выплат. Накапливается и анализируется информация о подверженности регионов климатическим рискам. На основании такой информации строятся прогнозы и вероятностные модели [2].

Как же влияют климатические изменения на работу очистных сооружений и эксплуатацию иловых площадок, расположенных на территории Республики Беларусь? За период 1981–2021 годов на сети станций гидрометеорологических наблюдений Беларуси было зарегистрировано 1035 опасных гидрометеорологических явлений (ОГЯ): очень сильный ветер, очень сильный дождь и ливень, крупный град, очень сильная жара, заморозки, атмосферные и почвенные засухи. Из них ущерб отраслям экономики и населению нанесли 530 явлений или 58%. Относительно невысокий удельный вес опасных гидрометеорологических явлений, нанёсших ущерб, объясняется отсутствием донесений об ущербе, если он был незначителен либо явление наблюдалось в относительно малонаселённой местности. Также значение имеет пространственное распределение некоторых видов ОГЯ.

Рецензия эксперта на статью получена 19.04.2022 [The expert review of the article received on April 19, 2022].

УДК 628.336.411:004.413.4. Научная специальность: 05.23.04.

Оценка значимости риска влияния климата на состояние иловых площадок

А. Б. Невзорова, д.т.н., профессор; О. К. Новикова, н.т.н., доцент, [Белорусский государственный университет транспорта \(БелГУТ\)](#), г. Гомель, Республика Беларусь

Предложена комплексная схема оценки уровней эколого-социального риска загрязнения в виде матрицы при наступлении опасных гидрометеорологических явлений для решения задачи предупреждения риска аварийных загрязнений окружающей среды (почвы и атмосферы) при эксплуатации иловых площадок в период возникновения определённого неблагоприятного сочетания климатических сигналов и их последствий.

Ключевые слова: иловые площадки, климат, риск, ущерб.

UDC 628.336.411:004.413.4. The number of scientific specialty: 05.23.04.

Assessment of the significance of the risk of climate influence on the condition of silt sites

A. B. Neuzorava, Doctor of Technical Sciences, Professor; O. K. Novikova, PhD, Associate Professor, [Belarusian State University of Transport](#) (Gomel city, Republic of Belarus)

A comprehensive scheme for assessing the levels of ecological and social risk of pollution in the form of a matrix at the onset of dangerous hydrometeorological phenomena is proposed to solve the problem of preventing the risk of accidental environmental pollution (soil and atmosphere) during the operation of sludge maps of sewage treatment plants during the occurrence of a certain unfavorable combination of climatic signals and their consequences.

Key words: silt maps, treatment facilities, climate, risk, damage.



Рис. 1. Комплексная схема оценки уровня эколого-социального риска загрязнения

Проанализировав текущие и будущие погодные и климатические риски для территории Беларуси, очевидна в будущем высокая повторяемость ОГЯ (в основном очень сильных дождей и ливней) и экстремальных высоких температур воздуха, что может негативно отразиться на содержании площадок (карт) с депонированным избыточным илом из очистных сооружений сточных вод [3].

Цель работы — провести оценку воздействия иловых площадок на окружающую среду в условиях изменения климата. При этом ставятся задачи по определению характера, степени и масштаба влияния объекта хозяйственной деятельности на экологические и социальные факторы и построению матрицы распределения значений уровня эколого-социального риска в зависимости от территории распространения загрязнений от иловых площадок при возникновении опасных гидрометеорологических явлений.

Разработка эффективных технологий очистки сточных вод является насущной необходимостью для устойчивого управления водными ресурсами. Однако, согласно современным технологиям, очистные сооружения, возвращая природе чистую воду, генерируют отходы, самым неприятным из которых является активный ил — отработанный или излишек, которые вместе образуют осадок сточных вод. На каждый килограмм общего количества органических загрязнителей в аэротенке, где происходит осаждение, образуется 350 г активного ила.

Поддержание баланса активного ила является одним из важнейших факторов при эксплуатации очистных сооружений, поскольку как его дефицит, так и избыток негативно влияют на процесс очистки воды. Таким образом, образующийся избыточный осадок всё время приходится удалять из аэротенков, осаждая в накопительные пруды [4, 5].

Широкое применение методов почвенного депонирования иловых осадков с 1950-х годов приводит к образованию объектов прошлого (накопленного) экологического ущерба — иловых площадок (или прудов, карт), выведенных из хозяй-

ственного оборота или с несанкционированным пополнением их. Токсичность избыточных илов и длительные сроки жизненного цикла иловых площадок обуславливают специфичность данных объектов. Многофакторное воздействие иловых площадок может быть вызвано высоким содержанием в твёрдой фазе иловых осадков тяжёлых металлов, органических загрязнителей, отнесённых к группе диоксиноподобных, и специфичных микроценозов, многие из которых отнесены к группе суперэтоксикантов. По данным строительных и санитарно-гигиенических нормативов, сроки выдерживания осадков сточных вод на иловых площадках, обеспечивающие их полную дезинвазию, составляют: при весенней заливке — 45 месяцев; летней — 42 месяцев; осенней — 39 месяцев; зимней — 48 месяцев.

Широкое применение методов почвенного депонирования иловых осадков с 1950-х годов приводит к образованию объектов накопленного экологического ущерба — иловых площадок

Тем не менее, учитывая результаты предыдущих исследований, указания на комплексные данные по воздействию на гидрогеологическую обстановку района расположения иловых площадок в существующей специализированной литературе отражены слабо. Структурно-функциональные особенности выведенных из эксплуатации иловых площадок, как объектов утилизации избыточного ила из очистных сооружений, и их жизненный цикл практически не изучены [6, 7].

Одним из компонентов экологического риска хранения ила на открытых площадках недалеко от населённых пунктов является риск нанесения ущерба здоровью людей в условиях глобального изменения климата. В этой работе мы будем учитывать эколого-социальный риск, то есть комбинацию вероятности или частоты возникновения определённой опасности и величины последствий климатического

события на загрязнения от иловых площадок не только на окружающую среду, но и на здоровье социума, и на его взаимоотношения с местными органами самоуправления.

Некоторые исследователи утверждают о преимуществах с точки зрения изменения климата и выбросов парниковых газов от осадка сточных вод, перерабатываемого в сельском хозяйстве, в частности о том, что часть углерода в осадке, используемом в сельском хозяйстве, будет поглощаться в почве [8–10]. Однако достоверные научные данные по остатку углеродного следа от осадка сточных вод отсутствуют, поэтому он не учитывается в Национальном кадастре Беларуси.

Что касается загрязнения воздуха, то замена химического удобрения осадком сточных вод уменьшает выбросы закиси азота, связанные с этим удобрением. Считается, что всего лишь 20% азота в переработанном осадке легко доступно для растений, поэтому выбросы N₂O в результате его распространения больше, чем сокращение N₂O от вытесненного удобрения. Однако в настоящее время осушённый осадок сточных вод в виде избыточного ила недостаточно часто применяется ввиду отсутствия технологических условий, несоответствия современным экологическим тенденциям и возникающих организационных трудностей.

Уровень эколого-социального риска (ЭСР) загрязнения окружающей природной среды и влияние его на социум, в том числе и при возникновении определённого неблагоприятного сочетания климатических сигналов, рассчитывается как:

$$LR = RD,$$

где LR — уровень ЭСР — степень опасности нанесения ущерба (D) окружающей среде и человеку в результате изменения состояния иловых площадок; R — величина риска (вероятность) возникновения загрязнения при возникновении климатического сигнала распространением неблагоприятных газовых выделений в воздушную и загрязнения тяжёлыми металлами подземных вод и земли от иловых площадок; D — величина ущерба окружающей среде и здоровью человека в результате загрязнения близлежащей территории от иловых площадок при возникновении климатического сигнала.

Комплексную оценку уровня ЭСР загрязнения при возникновении климатического сигнала от иловых площадок в результате неблагоприятного сочетания климатических сигналов и возникновении опасных явлений отобразим в виде схемы (рис. 1).

В табл. 1 приведена шкала оценки вероятности наступления ЭСР от климатических воздействий, как иллюстрация результата взаимодействия связанных с климатом опасностей (включая опасные явления и тренды), уязвимости и подверженности антропогенных систем (в виде иловых площадок) возникновению опасных явлений и медленных изменений при хранении накопленного ила очистных сооружений. Изменения, как в климатической системе (столбики 1 и 2 табл. 2), так и в социально-экономических процессах, включая адаптацию и смягчение воздействий (столбик 3 и 4 табл. 2), являются движущими факторами опасности, подверженности и уязвимости.

Как следует из табл. 1 и 2, сильная жара и увеличение количества жарких дней (волн жары) имеют значительный риск частого повторения и продолжительности, что повлечёт за собой вероятность усиления появления и распространения по значительной территории неблагоприятного воздушного фона и ухудшение качества окружающей среды для населения, а для сооружений (иловых площадок) повлечёт за собой деградацию загрязитель-

Шкала оценки вероятности наступления эколого-социального риска (R)

табл. 1

| Оценка риска, баллы | Значимость риска | Описание | Приоритет мероприятий по снижению риска | Вероятность наступления, % |
|---------------------|------------------|--|---|----------------------------|
| 1 | Малый | Риск не проявится | Специальных мер не требуется. Следует контролировать уровень опасности | 95 |
| 2 | Умеренный | Риск скорее всего не проявится | Следует спланировать и выполнять мероприятия по снижению риска | 75 |
| 3 | Значительный | Вероятность проявления и не проявления риска равна | Необходимо запланировать и выполнять мероприятия по снижению риска в сжатые сроки | 50 |
| 4 | Высокий | Риск скорее всего проявится | Необходимо принятие экстренных мер по снижению риска | 25 |
| 5 | Сверхвысокий | Риск наверняка реализуется | Необходимо прекратить деятельность до устранения или снижения риска | 5 |

Сильная жара и увеличение количества жарких дней имеют значительный риск частого повторения и продолжительности, что влечёт за собой ухудшение качества окружающей среды для населения, а для рассматриваемых сооружений (иловых площадок) деградацию загрязительного почвенного покрова и проникновения токсичных веществ в почву

ного почвенного покрова и проникновения токсичных веществ в почву.

При появлении риска загрязнения окружающей среды из-за возникновения определённого неблагоприятного сочетания климатических сигналов необходимо провести и экономическую оценку экологического ущерба. Для этого определим категории экологического ущерба от пространственного распространения воздушного и подземного загрязнения от иловых площадок.

Влияние климатических сигналов и медленных изменений на иловые площадки

табл. 2

| Хранение ила очистных сооружений | Описание прямых физических воздействий | Риски (возможный ущерб для здоровья людей, инфраструктуры и процессов) | Тяжесть рисков* | Возможные меры адаптации |
|--|---|--|-----------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Климатический сигнал / опасные явления | | | | |
| Проливные дожди | Высокая подверженность объектов размыванию границ иловых площадок. Подверженность воздействию плоскостной эрозии | Ущерб объектам канализации. Угроза распространения загрязнения на лесной массив. Загрязнение почвы, подземных вод токсичными компонентами с иловых площадок за счёт инфильтрации | 2 | Технологические. Регулирование стока поверхностных вод с помощью вертикальной планировки территории; установление охранных зон, укрепление |
| Грозы | Повреждение электрических систем | Риск прекращения электроснабжения, нарушение работы станции очистки сточных вод, выход из строя электрооборудования | 3 | Оперативные. Обеспечение резерва, второго источника питания электросетей или генератора |
| Сильная жара | Увеличение испарения с поверхности зеркала иловой площадки. Подверженность объектов загниванию. Расширение неблагоприятного газовоздушного фона | Риск повышенного выделения CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O с иловых площадок. Ущерб объекта канализации | 3 | Инженерно-технические. Развитие водохозяйственной инфраструктуры, сокращение утечек |
| Сильный мороз | Снижение биологической активности. Подверженность замораживанию (промерзанию), наледообразованию | Опасность обморожения для людей. Риск продления сроков переработки ила | 1 | Инженерно-технические |
| Климатический сигнал / медленные изменения | | | | |
| Сильный снег, метели | Не воздействуют | Отсутствует | 1 | – |
| Сильный ветер | Вынос с иловой площадки физических частиц и создание неблагоприятного газовоздушного фона по направлению ветра в радиусе до 12 км | Риск распространения микрочастиц ила. Приступы тошноты у населения. Жалобы населения на сильный запах | 2 | Инженерно-технические |
| Повышение среднегодовой температуры | Увеличение количества избыточного ила в очистных сооружениях | Риск изменения доминантных видов растительности с возникновением нового биома и невозможности возврата в прежнее состояние | 2 | Расширение применения влагосберегающих технологий |
| Увеличение количества жарких дней. Волны жары | Восприимчивость природных экосистем. Расширение неблагоприятного газовоздушного фона | Риск изменения состава и структуры экосистемы, в том числе деградация почвенного покрова. Риск пожара | 3 | Контроль за соблюдением требований правил пожарной безопасности в лесах; создание системы противопожарных барьеров, устройство лесных дорог и водоемов |
| Увеличение продолжительности вегетационного периода | Восприимчивость природных экосистем | Риск повышенного доминирования инвазивных организмов | 1 | Охрана и расширение лесополос и других природных объектов и экосистем |
| Более частые перепады температуры через 0 °С | Могут спровоцировать существенные изменения в метаболических процессах у организмов, общей продуктивности экосистем, выживании гидробионтов | Риск быстрого старения и разрушения материалов конструкции сооружений | 2 | Мониторинг состояния иловых площадок |

* Степень тяжести риска по шкале от 1 (незначительные риски) до 5 (катастрофические риски).

:: Оценка величины эколого-социального ущерба по территории распространения табл. 3

| № | Категория и характеристика экологического ущерба D для матричной модели | | Территория распространения, км ² | Масштаб загрязнения, значение |
|---|---|--------------------------------------|---|-------------------------------|
| | ущерб | степень загрязнения окружающей среды | | |
| 1 | Небольшой | Небольшое | < 1 | Локальное |
| 2 | Незначительный | Незначительно | 1–5 | Районное |
| 3 | Значительный | Значительно | 5–15 | Территориальное |
| 4 | Критический | Крупный | 15–25 | Региональное |
| 5 | Катастрофический | Чрезвычайный | > 25 | Республиканское |

:: Матрица распределения значений уровня эколого-социального риска табл. 4

| Риски и ущербы | | Значение уровня LR при климатических изменениях | | | | |
|--|---------------------------|---|----------------|--------------|-------------|------------------|
| Риск возникновения загрязнения при возникновении климатического сигнала R, баллы | 5 Крайне вероятно (5%) | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| | 4 Наиболее вероятно (15%) | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| | 3 Вероятно (50%) | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| | 2 Маловероятно (75%) | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 1 Крайне редко (95%) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Эколого-социальный ущерб от территории распространения загрязнения D, баллы | | Небольшой | Незначительный | Значительный | Критический | Катастрофический |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Разработанные оценочные шкалы категорий экологического риска R (табл.2) и экологического ущерба D (табл. 3) являются необходимыми инструментами для определения уровня экологического риска LR (табл. 4) загрязнения окружающей среды (почвы и атмосферы) от рабочих иловых площадок.

Первейшая проблема в устаревшей технологии обезвоживания ила, представляющая из себя наполнение гигантских резервуаров и удаление влаги из них естественным путём. Данные резервуары (площадки) находятся рядом с городами и, занимая значительные площади, распространяют специфический запах, который порождают такие химические соединения, как аммиак, сероводород, формальдегид, меркаптаны и пр., на многие



Фото: ООО «Красноярский НКХ», krasnkom.com

:: Иловые поля очистных сооружений города Красноярск



:: Фото 1. Иловая площадка (Минский район, Республика Беларусь)

километры вокруг. Это связано с нарушением технологии переработки ила, когда в старые пруды продолжают сбрасывать новообразовавшийся избыточный ил, который возобновляет процессы биологического разложения с выделением газообразных продуктов.

И, пока строятся новые площадки для депонирования избыточного ила, старые иловые хозяйства являются одним из основных загрязнителей атмосферного воздуха — это следует из статистических данных Национального комитета статистики и Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за 2020–2021 годы.

Недостаточно хорошее состояние иловых площадок (образование прудов) вследствие старения и неудовлетворительного технического обслуживания в качестве примера показано на фото 1.

Управление экологическими рисками по эксплуатации площадок с депонированным избыточным илом от очистных

сооружений подразумевает выявление опасности на ранних стадиях хозяйственной деятельности, сопряжённой с климатическими рисками и повторяемостью ОГЯ, и разработку мер по устранению этих опасностей или снижению вероятности их проявления.

События, связанные с политикой в области изменения климата и использования возобновляемых источников энергии, также повлияют в настоящем и будущем на управление осадками сточным вод и переработку или утилизацию избыточного ила в том плане, что:

- привлечёт повышенное внимание экологических организаций и заинтересованных должностных лиц к проблеме изменения климата и смягчения послед-



Фото: onfig.ru, МУП «Водоканал» г. Казань

•• Иловые поля очистных сооружений города Казань

ствий выброса парниковых газов, что способствует признанию преимуществ применения осадка в почвах;

□ будут усилены инвестиции в доработку технологий по обработке осадка с рекуперацией энергии путём анаэробного сбраживания, сжигания или другой термической обработки с рециркуляцией образующейся золы;

□ возможно увеличение производства и использования биогаза из осадка сточных вод, а также некоторое производство спиртов и других видов топлива непосредственно из осадка сточных вод с использованием пиролиза и газификации;

□ произойдёт более широкое применение ила для выращивания топливных культур, таких как мискантус, гибридные тополя и другие непищевые энергетические культуры;

□ существующие технологии систем очистки сточных вод будут адаптироваться под изменение климата.

Адекватная оценка риска ущерба, обусловленная опасными гидрометеорологическими явлениями, с учётом экономических особенностей административной единицы, может внести свой вклад в решение задачи предупреждения аварийных ситуаций и минимизации ущерба



•• Иловые карты около города Владимира



Фото: zebra-tv.ru

•• Рекультивация иловой площадки вблизи микрорайона Кусуново, город Владимир

По предварительным результатам опроса, респондентам белорусских водоканалов было предложено указать, способна ли их нынешняя технология очистки сточных вод справиться с нагрузками, связанными с изменением климата. Почти ¾ респондентов указали, что их технология очистки сточных вод способна преодолеть будущие проблемы, связанные с изменением климата. Чуть более ¼ респондентов не были уверены в своей нынешней технологии или в изменении климата.

Заключение

Итак, адекватная оценка риска ущерба, обусловленная опасными гидрометеорологическими явлениями на территории конкретной области, с учётом экономических особенностей административной единицы, может внести свой вклад в решение задачи предупреждения аварийных ситуаций и минимизации ущерба. Такая оценка необходима для разработки мероприятий по снижению риска аварийных загрязнений окружающей среды (почвы и атмосферы) от рабочих иловых площадок при возникновении определённого неблагоприятного сочетания климатических сигналов и их последствий. •

1. Бертош Е., Русаков Д., Лукашевич Т. Национальный доклад: уязвимость и адаптация к изменению климата в Беларуси / Форум восточных стран по климатическим изменениям 2014. — Минск: ПДУП «Типография Федерации профсоюзов Беларуси», 2014. 45 с.
2. Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации (в области компетенции Росгидромета). — СПб.: Климатический центр Росгидромета; Саратов: Амирит, 2020. 120 с.
3. Лихачёва А.В., Марцупь В.Н., Магрел Л., Денис Л. Воздействие иловых площадок на окружающую среду // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім навук, 2001. №1. С. 104–108.
4. Ладыгин К.В., Стомпель С.И. Проблема очистных сооружений — избыточные иловые осадки // Журнал «Экоинж», 2019. №19. С. 41–43.
5. Новикова О.К., Невзорова А.Б. Управление водными ресурсами в малых населённых пунктах Республики Беларусь // Экологический вестник Северного Кавказа, 2020. Т. 16. №2. С. 58–64.
6. Невзорова А.Б., Новикова О.К. Оценка текущего и будущего влияния климата на сферу обращения с илом очистных сооружений коммунальных сточных вод: отчёт. — Минск: ООО «Экопартнерство», 2021. 61 с.
7. Грищенко И.В. Особенности оценки ущерба и рисков, связанных с опасными явлениями погоды, на территории Архангельской области и Ненецкого автономного округа // Труды ГТО, 2011. Вып. 563. С. 137–148.
8. Невзорова А.Б. Анализ рисков инфраструктуры водоснабжения и канализации сельских территорий / Водоснабжение, химия и прикладная экология: Мат. Межд. науч.-практ. конф. (март 2022). — Гомель: БелГУТ, 2022. С. 109–112.
9. Катцов В.М., Школьник И.М., Ефимов С.В. Перспективные оценки изменений климата в российских регионах: детализация в физическом и вероятностном пространствах // Метеорология и гидрология, 2017. №7. С. 68–80.
10. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. — М.: Деловой экспресс, 2004. 352 с.

References — see page 80.



14-я Международная выставка бытового
и промышленного оборудования для отопления,
водоснабжения, сантехники, кондиционирования
и вентиляции

aqua THERM ALMATY

7-9 сентября 2022

Алматы, Казахстан, КЦДС «Атакент»

www.aquatherm-almaty.kz



Разработано



Организовано



Iteca (Казахстан, Алматы)
tel: +7 727 258 34 34
e-mail: om@iteca.kz

Отечественная отрасль производ- ства отопительных приборов нуждается в новых мерах госрегулирования и поддержки

Представляем вниманию читателей материал, посвященный круглому столу Комитета Совета Федерации по экономической политике на тему «Эффективность мер государственной поддержки импортозамещающих отраслей на примере производства приборов отопления», организованному по инициативе [Ассоциации производителей радиаторов отопления \(АПРО\)](#). На мероприятии были отмечены достигнутые в отрасли результаты по созданию новых предприятий и увеличению объемов отечественного производства и рассмотрены другие вопросы.



Круглый стол состоялся под председательством заместителя председателя Комитета Совета Федерации по экономической политике Валерия Васильева, отметившего обширный продуктивный опыт взаимодействия Комитета с отраслью в лице [АПРО](#).

Председатель Наблюдательного совета [АПРО](#), заместитель председателя Общественного совета при Ростехнадзоре Сергей Шатилов рассказал о достигнутых в отрасли результатах по созданию новых предприятий и увеличению объемов отечественного производства, которые удалось обеспечить благодаря принятию эффективных мер государственного регулирования, в частности, по установлению обязательных требований к отопительным приборам в рамках введения процедуры их обязательной сертификации.

Сергей Шатилов также акцентировал внимание на том, что увеличение объемов нового строительства в последние годы и планы по их дальнейшему наращиванию способствуют росту спроса на отопительные приборы, в том числе российского производства.

«Отрасль производства отопительных приборов является «лакмусовой бумажкой», которая показывает, как благодаря содействию государства можно в короткий срок обеспечить форсированное развитие импортозамещения по конкретным видам

товаров на внутреннем рынке Российской Федерации», — отметил Сергей Шатилов.

Об актуальных для отрасли проблемных вопросах в рамках круглого стола рассказали руководители предприятий — членов АПРО: основатель [АО «РИФАР»](#) Александр Лобач и генеральный директор [АО «Фирма Изотерм»](#) Виктория Нестерова.

Руководитель испытательной лаборатории — заместитель генерального директора [ОАО «Научно-исследовательский технологический институт «Прогресс»](#) Сергей Стыценко выступил с докладом о ходе и результатах работы по завершению подготовки проектов новых редакций стандартов на отопительные приборы — ГОСТ 31311 «Приборы отопительные. Общие технические условия» и ГОСТ Р 53583 «Приборы отопительные. Методы испытаний».

Представители [Российского союза промышленников и предпринимателей \(РСПП\)](#) Андрей Лоцманов и Алюминиевой Ассоциации Мария Смыкова в своих выступлениях отметили высокий уровень темпов роста отрасли отечественного производства и импортозамещения на российском рынке отопительных приборов и обозначили поддержку последовательного продвижения по данному направлению в целях дальнейшего промышленного развития и увеличения объемов потребления российского алюминия.





Исполнительный директор [АПРО](#) Александр Квашнин обратил внимание участников круглого стола на перечень инициатив [АПРО](#), включая меры по выявлению и пресечению нарушений при импорте отопительных приборов в Россию, введению запрета на госзакупки иностранных отопительных приборов при наличии российских аналогов, установлению минимальной доли закупок отопительных приборов отечественного производства компаниями с государственным участием, предоставлению российским отопительным приборам приоритетного права доступа к закупкам региональных операторов (фондов) капитального ремонта многоквартирных домов.

В целях обеспечения системного подхода также предложено проработать вопрос о создании при Минстрое России рабочей группы для выработки и обсуждения комплекса мер по повышению эффективности организации и функционирования систем отопления.

«Система отопления — это неразрывная совокупность приборов, соединительной арматуры, внутридомовых труб, магистральных теплосетей котельной инфраструктуры, качества водоподготовки, в связи с чем было бы правильно обсуждать все касающиеся систем отопления вопросы на единой площадке с привлечением всех компетентных и заинтересованных органов, организаций и экспертов», — подчеркнул Александр Квашнин.

В рамках круглого стола с комментариями по поставленным представителями отрасли вопросам выступили представители Минпромторга России, Минэкономразвития России, Росаккредитации, Федеральной таможенной службы России и Евразийской экономической комиссии.

По итогам проведённого мероприятия с учётом высказанных инициатив и результатов состоявшегося обсуждения будет подготовлен итоговый документ — рекомендации круглого стола.

В данные рекомендации по итогам круглого стола планируется включить предложения по проработке комплекса нормативно-правовых и организационно-распорядительных мер, направленных на обеспечение дальнейшего развития импортозамещения на российском рынке отопительных приборов, включая вопросы стимулирования внутреннего спроса, предоставления отечественным производителям отопительных приборов преференций при доступе к различным видам закупок, осуществления государственного контроля и надзора, противодействия неправомерным действиям при импорте отопительных приборов в Россию и многое другое.

Рекомендации по итогам круглого стола были запланированы к отправке Комитетом Совета Федерации по экономической политике в Правительство Российской Федерации и в профильные федеральные органы исполнительной власти

для организации проработки предусмотренных ими предложений и инициатив, а также всем участникам мероприятия.

22 марта 2022 года Комитет на своём заседании утвердил рекомендации круглого стола. Рекомендации содержат комплексный и обширный перечень предложенных аппаратом и членами [АПРО](#) инициатив по поддержке отрасли отечественного производства отопительных приборов и дальнейшему развитию импортозамещения на российском рынке радиаторов отопления и конвекторов, а также приоритетные и первоочередные меры по защите интересов отрасли с учётом текущей экономической ситуации.

Содержащиеся в рекомендациях инициативы можно разделить на три основных блока.

Первый блок — меры по стимулированию внутреннего спроса на отопительные приборы отечественного производства на территории Российской Федерации, такие как:

- установление полного запрета на осуществление государственных (муниципальных) закупок иностранных радиаторов отопления сегментов массового спроса (алюминиевых и биметаллических секционных, а также стальных панельных) при наличии предложения российской промышленной продукции;
- установление перечня конкретных условий, производственных и технологических операций, выполнение которых



необходимо для признания отопительного прибора каждого типа российской промышленной продукцией;

- установление минимальных долей закупок отопительных приборов отечественного производства компаниями с государственным участием;
- предоставление отопительным приборам отечественного производства приоритетного права доступа к закупкам региональных операторов (фондов), осуществляющих реализацию программ капитального ремонта многоквартирных домов в субъектах РФ.

Второй блок — предложения, направленные на дальнейшее упорядочение функционирования российского рынка отопительных приборов и организации систем отопления в целом, а именно:

- восстановление государственного контроля (надзора) за соблюдением обязательных требований к радиаторам отопления и конвекторам путём определения федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на осуществление соответствующих контрольно-надзорных функций и проведение проверочных мероприятий;
- установление в проекте технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности строительных материалов и изделий» обязательных требований к отопительным приборам, в частности, требования об обязательности соблюдения стандартов на отопительные приборы, а также необходимости проведения процедуры оценки (подтверждения) их соответствия исключительно в форме сертификации;
- создание при Минстрое России рабочей группы для выработки и обсуждения комплекса мер по повышению эффективности организации и функционирования систем отопления, включая все элементы



и процессы, связанные с обеспечением теплоснабжения;

- установление обязательного требования по представлению сертификатов соответствия на отопительные приборы, установленные на строительном объекте, при проведении процедур сдачи, приёмки и ввода в эксплуатацию такого объекта;
- принятие мер, направленных на повышение уровня обязательных требований, контроля и ответственности за обеспечение надлежащего качества подготовки воды, циркулирующей в тепловых сетях и поступающей в отопительные приборы;
- усиление проведения таможенного контроля в целях выявления правонарушений при ввозе отопительных приборов на территорию Российской Федерации, в частности, таких как импорт несертифицированных и небезопасных отопительных приборов и занижение таможенной стоимости ввозимых товаров;
- усиление контроля подтверждения фактического ввоза на территорию Российской Федерации образцов отопительных приборов для проведения их испытаний в рамках прохождения процедуры обязательной сертификации при последующем ввозе товарных партий отопительных приборов на территорию РФ из иностранных государств;
- усиление осуществления контрольно-надзорных мероприятий за деятельно-

стью аккредитованных лиц — органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), осуществляющих выполнение работ по оценке (подтверждению) соответствия радиаторов отопления и конвекторов отопительных установленным требованиям.

Третий блок — первоочередные меры по защите интересов отрасли в условиях текущей экономической ситуации и внешних вызовов, такие как:

- установление запрета на ввоз стальных панельных, алюминиевых и биметаллических радиаторов отопления, а также стальных конвекторов из стран — участниц Европейского союза;
- оказание российским производителям отопительных приборов содействия в принятии мер, направленных на устранение негативных последствий, связанных с прекращением поставок комплектующих, материалов и сырья для изготовления отопительных приборов из стран — участниц Европейского союза, включая поиск альтернативных источников и выстраивание логистических цепочек поставок на приемлемых условиях;
- ускорение и упрощение совершения таможенных процедур и проведения таможенного контроля при ввозе на территорию Российской Федерации комплектующих, сырья и материалов, используемых для изготовления отопительных приборов на территории РФ;
- введение в отношении экспорта металлов мер таможенно-тарифного и (или) нетарифного регулирования, направленных на предотвращение возникновения дефицита и стабилизацию внутренних цен на металлургическое сырьё, используемое для изготовления отопительных приборов на территории РФ;
- установление запрета на ввоз в РФ алюминиевых и биметаллических радиаторов отопления из Украины;
- организация мониторинга цен на металлы и продукты их первичной переработки на внутреннем рынке Российской Федерации, используемые для изготовления отопительных приборов, в том числе на предмет выявления и устранения нарушений законодательства РФ о защите конкуренции, включая установление монопольно высоких цен.

Рекомендации направлены Комитетом Совета Федерации по экономической политике руководителям профильных федеральных органов исполнительной власти (федеральных министерств, служб и агентств) и уполномоченных организаций для обеспечения предметной проработки предусмотренных ими предложений, инициатив и мер. ●

Обязательную сертификацию отопительных приборов планируется сохранить

[Ассоциация производителей радиаторов отопления \(АПРО\)](#) оперативно обратилась в Минпромторг России с предложениями по сохранению обязательной сертификации отопительных приборов всех типов и необоснованности их «перевода» на оценку соответствия в форме декларирования на основе собственных доказательств в рамках реализации [Постановления Правительства РФ от 12 марта 2022 года №353](#).



❗ Проект приказа Минпромторга России «Об утверждении перечня продукции...»



12 марта 2022 года Правительством Российской Федерации принято [Постановление №353 «Об особенностях разрешительной деятельности в Российской Федерации в 2022 году»](#).

Приложение №18 к указанному постановлению предусматривает возможность выпуска в обращение (в том числе ввоза в Россию) продукции в период с 21 марта 2022 года до 1 сентября 2022 года путём декларирования соответствия на основании собственных доказательств заявителя, то есть без проведения испытаний образцов в аккредитованной лаборатории и процедуры обязательной сертификации продукции.

При этом было предусмотрено, что Минпромторг России установит перечень продукции, на которую не распространяется этот льготный и либеральный порядок, предоставляющий широкие возможности для злоупотреблений недобросовестным участникам рынка.

В этой связи [Ассоциация производителей радиаторов отопления \(АПРО\)](#) оперативно обратилась в Минпромторг России с предложениями по сохранению обязательной сертификации отопительных приборов всех типов и необоснованности их «перевода» на оценку соответствия в форме декларирования на ос-

нове собственных доказательств в рамках реализации [Постановления Правительства РФ от 12 марта 2022 года №353](#).

Указанные предложения были учтены в проекте приказа Минпромторга России «Об утверждении перечня продукции, в отношении которой не применяются положения пункта 6 приложения №18 к Постановлению Правительства Российской Федерации от 12 марта 2022 года №353 «Об особенностях разрешительной деятельности в Российской Федерации в 2022 году»», который прошёл публичное обсуждение в сети Интернет в период с 22 марта по 4 апреля 2022 года ([см. QR-код на этой странице](#)).

В данный перечень вошли все отопительные приборы (с указанием кодов ТН ВЭД ЕАЭС), предусмотренные новой редакцией единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, утверждённой [Постановлением Правительства РФ от 23 декабря 2021 года №2425](#).

Итак, снижение уровня безопасности и защиты российского рынка отопительных приборов путём замены обязательной сертификации радиаторов отопления и конвекторов декларированием соответствия на основании собственных доказательств в рамках временных либерализационных мер не предполагается. ●





Исследование температурных режимов в сушильных камерах тентового типа

Введение

Процессы сборки металлических конструкций осуществляются по непрерывному циклу, и, когда температура окружающей среды имеет отрицательные значения, останавливать работу неэкономично и нецелесообразно. Для решения проблемы непрерывности производства для каждого из производственных процессов решается задача его реализации путём создания необходимых условий или адаптации оборудования к работе в неблагоприятных климатических условиях.

Одним из этапов металлосборки является окрашивание металлических конструкций с их последующей сушкой, при этом необходимо поддержание температуры, определяемой особенностями краски. Параметры процесса окрашивания и сушки должны соответствовать технологическим требованиям, и их поддержание является необходимым [1].

Длительность процесса сушки и высокая стоимость строительства специальных зданий для окрашивания и сушки краски, в которые необходимо транспортировать металлические модули, имеющие значительные размеры и массу (причём использование этих зданий необходимо только в зимний период), делают нерентабельным такой способ организации окрашивания. Решением этой проблемы

стало применение временных укрытий тентового типа, размещаемых на монтажной площадке рядом с местом сборки металлических конструкций.

Одним из этапов металлосборки является окрашивание металлических конструкций с их последующей сушкой, при этом необходимо поддержание температуры, определяемой особенностями краски. Параметры процесса окрашивания и сушки должны соответствовать технологическим требованиям

Анализ технологического сопровождения работы сушильных камер и литературных источников показал отсутствие готовых методов расчётов температурных режимов сушильных камер. Существующие эмпирические зависимости преимущественно описывают теплообмен в щелях неограниченного размера, что не соответствует поставленной задаче [2–5]. Технологический контроль обычно сводится к измерению температур воздуха на входе и выходе из камеры без определения диапазона изменения температур самой камеры и окрашенной детали.

Рецензия эксперта на статью получена 07.03.2022 [The expert review of the article received on Mart 7, 2022].

УДК 629.128. Научная специальность: 05.14.04.

Исследование температурных режимов в сушильных камерах тентового типа

П. В. Яковлев, д.т.н., профессор, кафедра «Теплотехника и теплоэнергетика», Санкт-Петербургский горный университет (Горный университет); И. С. Просвирина, старший преподаватель, кафедра «Инженерные системы и экология», Астраханский государственный архитектурно-строительный университет (АГАСУ)

В работе представлены результаты исследования влияния размеров укрытия, размеров окрашенного модуля, температур окружающей среды и воздуха после калорифера, параметров вентилятора, способов размещения вентилятора и вытяжной вентиляции на диапазон изменения температур воздуха в тентовом укрытии. На основе полученных результатов предлагается оптимальная конструкция тентового укрытия, получено критериальное уравнение и разработана программа по определению параметров воздуха после нагрева теплового вентилятором.

Ключевые слова: сушильная камера, тентовое укрытие, температурные поля, потоки воздуха, энергосбережение, тепловентилятор.

UDC 629. 128. The number of scientific specialty: 05.14.04.

Investigation of temperature conditions in the drying chambers of the tent type when drying metal structures on the installation site at low ambient temperatures

P.V. Yakovlev, PhD, Professor, the Department of Heat Engineering and Heat Power Engineering, St. Petersburg Mining University; Ir.S. Prosvirina, Senior Lecturer, the Department of Engineering Systems and Ecology, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering

The paper presents the results of a study of the effect of the size of the shelter, the size of the painted module, the temperatures of the environment and the air coming from the air heater, the parameters of the fan, the methods of placing the fan and exhaust ventilation on the range of air temperatures in the tent shelter. On the basis of the results obtained, an optimal design of an awning shelter is proposed, a criterion equation is obtained and a program for determining the parameters of air after heating with a fan heater is developed.

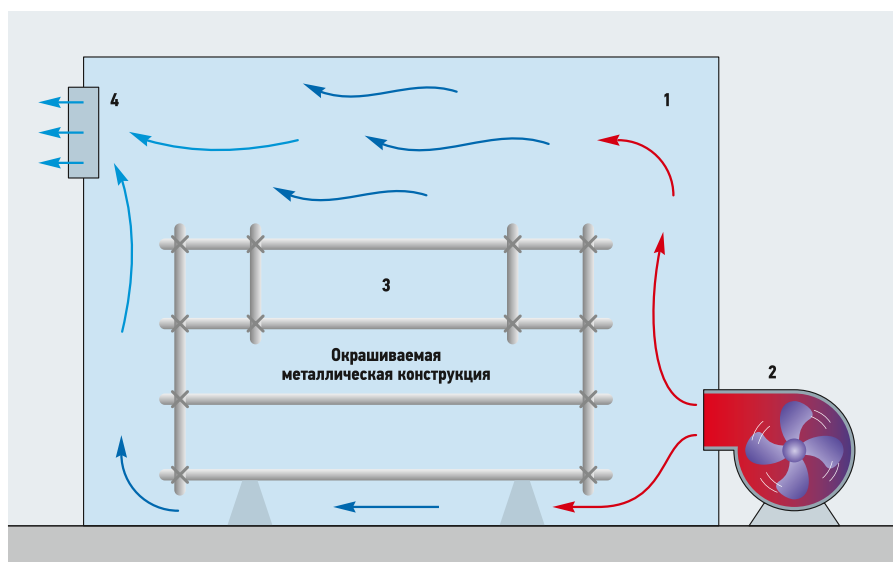
Key words: drying chamber, tent shelter, temperature fields, air flows, energy saving, fan heater.

Особенностями временного укрытия являются его большие размеры, малое термическое сопротивление тканевых или полимерных оболочек тента и использование воздушного отопления в виде мобильных калориферов. Кроме подвода теплоты система подачи воздуха решает задачу удаления испарившегося с окрашенной поверхности растворителя. Воздушное отопление характеризуется значительными изменениями температуры теплоносителя (воздуха) из-за его малой плотности и теплоёмкости. В сочетании со значительными потерями теплоты через тонкостенную оболочку проблема стабилизации температурного поля внутри шатра становится особенно сложной.

Управлять процессом сушки возможно изменением мест размещения калорифера и вытяжной вентиляции, тщательным подбором производительности вентилятора калорифера и температуры подаваемого воздуха. Решение этой технологической задачи и стало целью настоящего исследования.

1. Методы исследования. В ходе исследования применялись экспериментальный метод и метод численного моделирования. Численное моделирование позволило исследовать влияние на температурное поле в шатровом укрытии большого числа параметров в их широком диапазоне. Проверка адекватности полученных результатов выполнялась на экспериментальной установке сравнением полученных расчётных данных с измеренными температурами и скоростями движения воздуха в контрольных точках.

2. 3D-модель и граничные условия тентового укрытия. Создать необходимые условия для улучшения и ускорения окрашенных металлических изделий можно применив тентовые укрытия с каркасно-



❖❖ Рис. 1. Схема распределения потоков воздуха в сушильной камере (1 — сушильная камера; 2 — тепловентилятор; 3 — окрашиваемая металлическая конструкция; 4 — вытяжное отверстие)

тентовой конструкцией. Модель окрасочной камеры тентового типа представляет собой металлический каркас с настилом, выполненным из полиэстера (например, PU 190T RipStop), имеющим устойчивым к солнечным лучам и неблагоприятным метеорологическим условиям (поверхность ткани хорошо отталкивает воду). Положительная температура внутри тентового укрытия поддерживается

Управлять процессом сушки возможно изменением мест размещения калорифера и вытяжной вентиляции, тщательным подбором производительности вентилятора калорифера и температуры подаваемого в сушильную камеру воздуха

теповентилятором, расположенным снаружи и через нагнетательный патрубок подающим тёплый воздух непосредственно в укрытие (рис. 1).

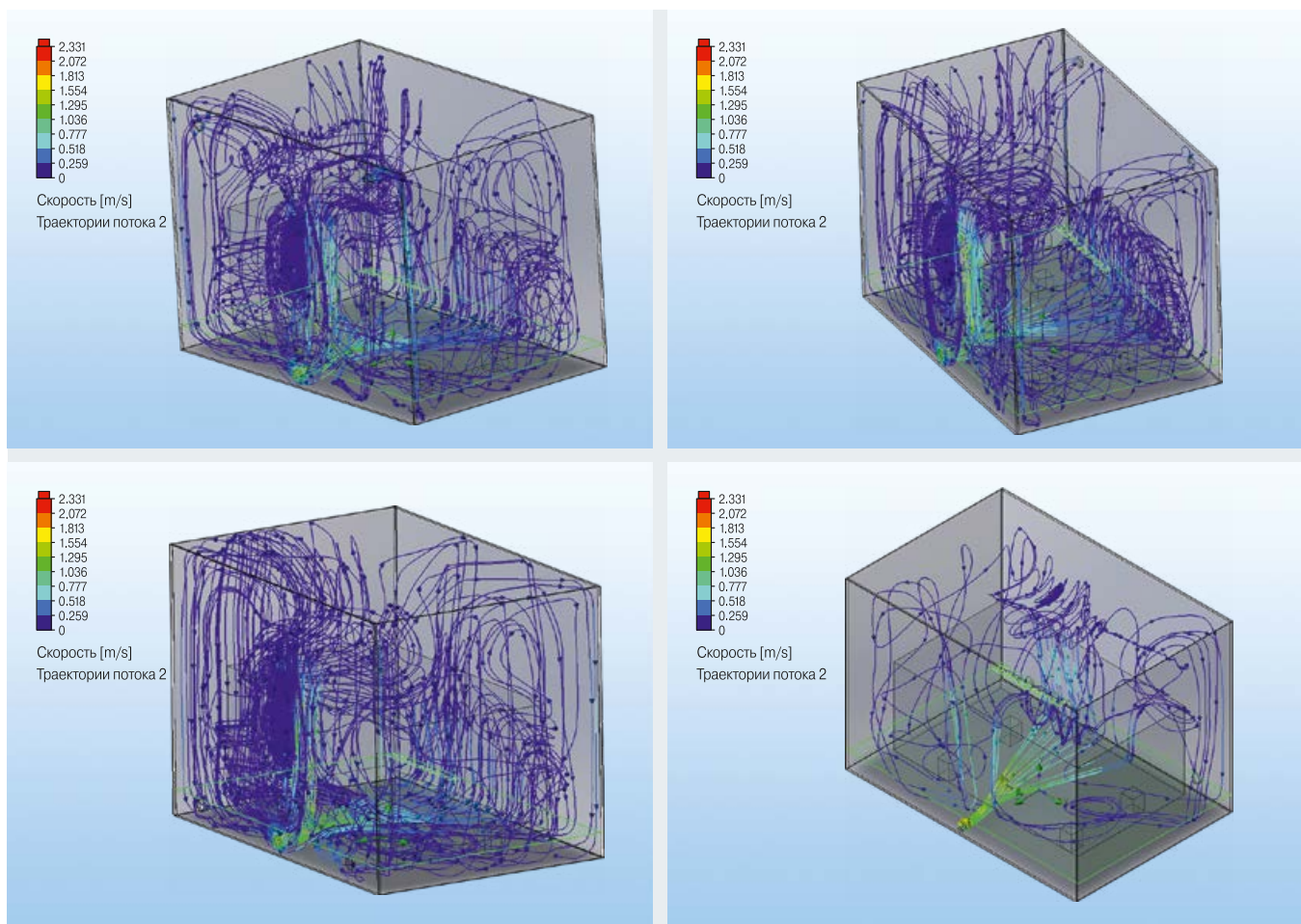
Размеры тентовых укрытий напрямую зависят от размеров окрашиваемых секций судов. Диапазон определяющих параметров шатра обычно составляет $25 \times 25 \times 15$ м, а помещаемый модуль имеет размеры в диапазоне $20 \times 20 \times 10$ м [6].

При решении задачи формирования температурных полей в тентовом укрытии задавались следующие начальные и граничные условия:

1. Температура внутренней поверхности тента определяется граничными условиями третьего рода, и она ниже температуры воздуха в тентовом укрытии, вследствие чего около ограждающей конструкции возникает свободная конвекция, при которой охлаждаемый стенкой воздух опускается вниз, а подаваемый в пространство между дном модуля корпуса судна и полом тёплый воздух поднимается вверх. Таким образом, в зазоре между боковой стенкой шатра и стенкой корпуса судна формируются два потока воздуха, движущиеся навстречу друг другу.
2. Тепловентилятор, нагревающий воздух, создаёт в тентовом укрытии вынужденное движение воздуха снизу вверх. Причём подача вентилятора калорифера зависит от аэродинамического сопротивления сушильной камеры. Поскольку скорость на входе определяется потерями давления в воздуховоде, на границе может быть задана только главная характеристика самого вентилятора.
3. За материал тента принят полистирол, материал окрашенной детали — конструкционная сталь.



❖❖ Пример тента для промышленного применения на металлическом каркасе



•• Рис. 2. Распределение скоростей распространения воздуха внутри тентового укрытия

4. Температура воздуха, поступающего из калорифера, задаётся граничными условиями первого рода и составляет по рекомендациям технологии сушки 20°C [7], в выпускных отверстиях воздух имеет атмосферное давление.

5. В тентовом укрытии присутствует сложный теплообмен, который возможно описать граничным условием третьего рода — заданием коэффициентом теплопередачи с учётом теплопроводности материала тента. Коэффициент теплопередачи принят равным 15 Вт/(м²·К).

6. При обтекании окрашенной детали потоком воздуха передача тепла от воздуха к твёрдому телу происходит только на начальном этапе нагрева, а затем при установившемся стационарном режиме теплообмена принимается как граничное условие 4-го рода с равенством температур воздуха и модуля корпуса судна.

7. Выбор схемы подвода и отвода воздуха. На продолжительность и равномерность сушки оказывает большое влияние система распределения поступающего в камеру нагретого воздуха. По всей камере температура воздуха должна быть достаточно равномерной, только в этом случае высушенные покрытия приобретают необходимые свойства.

Для выбора оптимальной схемы выполнен сравнительный анализ различных схем сушки детали с одинаковыми параметрами укрытия.

Рассматривались четыре варианта размещения вытяжных отверстий удаления воздуха из тентового укрытия:

- вариант №1 — отверстия расположены сверху на расстоянии 1,5 м от верха тента на стенке приточного отверстия;
- вариант №2 — отверстия расположены сверху на расстоянии 1,5 м от верха тента на противоположной стенке;
- вариант №3 — отверстия расположены снизу на расстоянии 1,5 м от пола на стенке приточного отверстия;
- вариант №4 — отверстия расположены снизу на расстоянии 1,5 м от пола на противоположной стенке.

При удалении воздуха снизу (вариант №4) тёплый воздух поднимается и собирается в верхней части сушильной камеры, тем самым определяя более высокую температуру по всему объёму камеры. При удалении воздуха из верхней части (вариант №2) поднимающийся нагретый поток воздуха удаляется, в результате чего уменьшается среднее значение температуры по всему объёму камеры. Влияющими факторами являются вынуж-

денное движение воздуха от вентилятора калорифера и свободная конвекция, возникающая в результате охлаждения воздуха вблизи внешних стенок шатра. На эти процессы существенное влияние оказывают размеры высушиваемого модуля и самого тентового укрытия.



Несмотря на то, что при нижнем удалении достигается наибольшая температура воздуха, в верхней части тентового укрытия образовывается застойная зона, вследствие чего увеличивается концентрация паров краски. Об интенсивности удаления паров растворителя в разных частях камеры можно судить по характеру распределения скоростей распространения воздуха (рис. 2).

Сравнивая поля скоростей и траектории движения, можно видеть, что при верхнем удалении воздуха скорость выше. Объясняется это тем, что при движении горячего воздуха вверх архимедова сила помогает вентилятору, а вниз — мешает. Траектории же температур воздушной среды ещё раз подтверждают влияние свободной конвекции [8] — тёплые потоки воздуха собираются вверху. При нижнем удалении воздух лучше смешивается с холодными потоками, создавая более равномерное распределение температур по всему объёму сушильной камеры.

8. Энергосбережение в сушильной камере тентового типа. Для снижения мощности тепловентилятора применяется энергосберегающее тентовое укрытие [9].

Стенки тентового укрытия состоят из трёх слоёв: наружного и внутреннего с высоким термическим сопротивлением и среднего с низким термическим сопротивлением, позволяющего утилизировать теплоту вытяжного воздуха в зимний период года (рис. 3).

Холодный наружный воздух из окружающей среды поступает через проём 5 и направляется через воздушный зазор 8 сверху вниз к проёму 6, получая тепло через стенку шатра 3 с малым термическим сопротивлением. Затем нагретый воздух направляется к тепловентилятору через проём 6, где доводится до требуемой температуры. Одновременно отдавший тепло через стенку 3 воздушный поток из сушильной камеры выбрасывается в окружающую среду через проём 7.

Таким образом, энергосберегающее шатровое укрытие обеспечивает в зимнее время утилизацию внутреннего воз-



духа окрасочной камеры, уменьшая тем самым мощность тепловентилятора.

В результате численных и экспериментальных исследований получено критериальное уравнение для определения диапазона изменения температур изделия:

$$\Theta = \Theta \left(0,0003 Ra^{2/3} + 0,41 Ra^{1/3} + 0,32 \right) \times \left[\left[\left(0,98 \frac{H}{e} - 4 \right) 10^{-16} \right] Ra^3 - \left[\Theta \left(0,12 \frac{H}{e} - 0,3 \right) 10^{-9} \right] Ra^3 + \left[\left(-54 \Theta^2 + 64 \Theta - \left(16 \Theta^2 - 20 \Theta + 6 \right) \frac{H}{e} + 0,5 \right) 10^{-4} \right] Re + 6,6 \right] 10^{-9},$$

где T_{\max} — максимальная температура изделия; T_{\min} — минимальная температура изделия; $T_{\text{кал}}$ — температура воздуха из калорифера; $T_{\text{окр.ср}}$ — температура окружающей среды;

$$\Theta = \frac{T_{\text{вн}} - T_{\text{нар}}}{T_{\text{вент}} - T_{\text{нар}}}$$

безразмерный коэффициент; $T_{\text{вн}}$, $T_{\text{нар}}$ и $T_{\text{вент}}$ — температуры внутреннего, наружного воздуха и воздуха на выходе из тепловентилятора, соответственно; Ra — критерий подобия Релея; Re — критерий подобия Рейнольдса; H — высота шатрового укрытия; e — зазор между окрашиваемым модулем и полом.

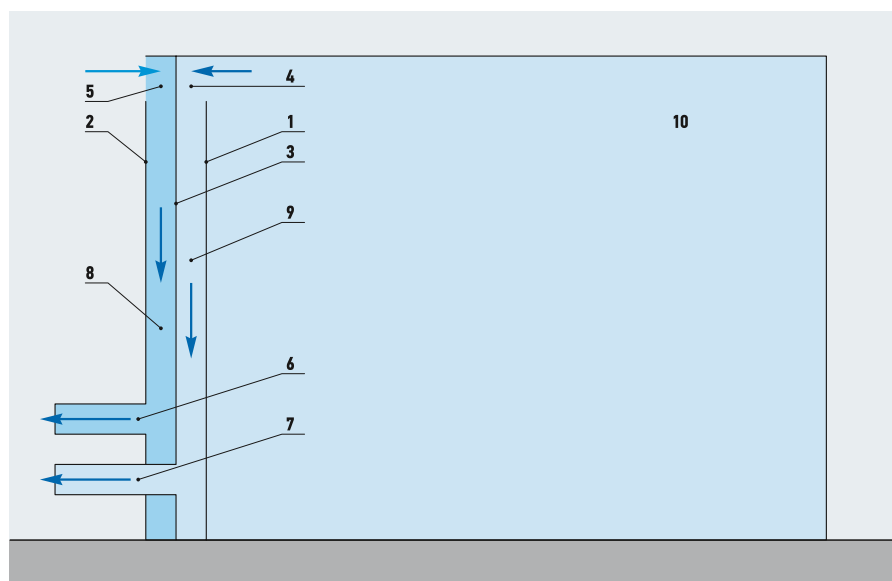


Рис. 3. Энергосберегающее тентовое укрытие (1 — внутренняя стенка шатра; 2 — внешняя стенка шатра; 3 — средняя стенка шатра; 4 — проём из сушильной камеры; 5 — проём из окружающей среды; 6 — проём к калориферу; 7 — проём в окружающую среду; 8 и 9 — воздушные зазоры; 10 — кровельное покрытие)

Заключение

В работе исследовано распределение температур по всему объёму сушильной камеры. Нагрев воздуха с помощью теплогенератора позволяет получить температуру воздуха внутри тентового укрытия на уровне $20 \pm 1^\circ\text{C}$. Наряду с этим аэродинамическое сопротивление камеры и способ отвода воздуха влияет на все её параметры, что также требует учёта при подборе калориферов.

Экспериментальная проверка полученных зависимостей показала сходимость результатов расчётов с измеренными значениями температур. Погрешность величины температурного напора не превышает 15 %

Получено критериальное уравнение, позволяющее определить понижение температуры относительно температуры воздуха на выходе из калорифера. Для автоматизации расчёта по полученному уравнению предложена программа для определения параметров воздуха внутри сушильной камеры тентового типа [10].

Экспериментальная проверка полученных зависимостей показала сходимость результатов расчётов с измеренными значениями температур. Погрешность величины температурного напора не превышает 15 %.

- ГОСТ 9.105–80. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Классификация и основные параметры методов окрашивания. — М.: Изд-во стандартов, 1980. 15 с.
- Лыков А.В. Теория теплопроводности. — М.: Высшая школа, 1967. 325 с.
- Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. — М.-Л.: Машгиз, 1962. 456 с.
- Луканин В.Н. и др. Теплотехника: учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. — М.: Высшая школа, 2000. 671 с.
- Эккерт Э.Р., Дрейк Р.М. Теория тепло- и массообмена. Пер. с англ. / Под ред. А.В. Лыкова. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961. 681 с.
- Изготовление узлов, секций и блоков секций корпуса. Разбивка корпуса на узлы и секции. Их классификация [Электр. текст]. Stroitelstvo-New. Режим доступа: stroitelstvo-new.ru. Дата обрац.: 10.02.2022.
- РД 31.52.17–86. Рекомендации по искусственному обогреву при окрашивании судов в доках. — М.: Минморфлота СССР, 1986. 45 с.
- Кутателадзе С.С. Анализ подобия и физические модели. — Новосибирск: Наука, 1986. 297 с.
- Патент РФ №201290 U1. МПК E04H 15/14, E04B 2/42. Энергосберегающее шатровое укрытие / И.С. Просвирина, П.В. Яковлев. Патентообл.: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», №2020121684; заявл. 25.06.2020; опубл. 08.12.2020. Бюл. №34.
- Свид-во о регистр. програм. для ЭВМ №2021615817 (РФ). Определение параметров воздуха в сушильной камере шатрового типа / И.С. Просвирина, П.В. Яковлев. Патентообл.: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», №2021612355; заявл. 24.02.2021; опубл. 13.04.2021. 41 КБ.

References — see page 80.

Решения для систем воздушного охлаждения дата-центров от компании «ВЕЗА»

Одним из ключевых показателей современных дата-центров (ЦОД) является большой масштаб объектов при высокой удельной мощности. Для качественного восполнения теплопоступлений посредством воздушных систем охлаждения (Free-cooling) требуется создание высокой и равномерной подвижности воздуха. В связи с этим крайне важным фактором в окупаемости инвестиций являются затраты энергии на работу систем вентиляции и охлаждения.



❖ Новый осевой вентилятор OSA-ZBO («Эволюция»), с высокими показателями энергоэффективности и низкой шумовой нагрузкой, отвечает всем современным стандартам и требованиям

С целью обеспечения поставок оборудования для объектов ЦОД нашим предприятием разработаны технические решения, отличающиеся высоким уровнем энергоэффективности и надёжности.

Специализированные для ЦОД кондиционеры **ВЕРОСА-600°** способны обеспечить наименьшие коэффициенты эффективности использования энергии PUE. Гибкий подход в проектировании позволяет достигнуть оптимального баланса в факторах потребления энергии, занимаемого пространства, капитальных и эксплуатационных затрат.

При реализации проектов ЦОД для систем Free-cooling решаются несколько ключевых задач:

1. Минимизация возможности образования «затенённых» (не обдуваемых) зон, которые могут привести к критическому перегреву оборудования.
2. Обеспечение бесперебойного функционирования системы высоким уровнем автоматизации.
3. Изготовление оборудования высочайшего качества, что подтверждается нали-

чием гарантийных обязательств перед клиентом на протяжении всего срока эксплуатации.

4. Высокая энергоэффективность.
5. Организация непрерывного поддержания точных параметров микроклимата в обслуживаемых помещениях на протяжении больших межсервисных интервалов.
6. Удобство эксплуатации и ремонтпригодность, обеспечивающие быстрое восстановление работы.
7. Достижение разумной величины как капитальных, так и эксплуатационных затрат.
8. Обеспечение минимальных занимаемых оборудованием площадей и гибкий подход к компоновочно-конструктивным решениям.

Все обозначенные требования и актуальные тенденции рынка легли в основу для разработки специализированных комплексов оборудования для объектов ЦОД (фото 1). Разработки велись в тесном сотрудничестве с ведущими специалистами отечественных технологических компаний (Selectel, ВКонтакте).



❖ Фото 1. Оборудование «ВЕЗА» на крыше дата-центра крупной российской компании

Ключевые особенности производимого оборудования:

1. Производительность по воздуху в стандартных типоразмерах до 160 тыс. м³/ч и более.
2. Применение для экстремальных климатических условий эксплуатации.
3. Надёжная защита от атмосферных осадков.
4. Холодопроизводительность встроенных компрессорно-ресиверных блоков до 300 кВт.
5. Модульная система и гибкий подход в разработке на основе компактной конструкции корпуса с обеспечением доступа ко всем компонентам.
6. Простой монтаж и транспортировка.
7. Высокие показатели энергоэффективности оборудования.
8. Высокое качество, надёжность и ремонтпригодность. Стандартная гарантия более пяти лет.
9. Минимальный сервисный фактор.
10. Специальное исполнение элементов обработки воздуха с минимальным аэродинамическим сопротивлением.
11. Большой перечень элементов обработки воздуха и опций, возможно исполнение со встроенной автоматикой.
12. Возможность модернизации.
13. Постоянное поддержание на складе используемых компонентов и расходных материалов.
14. Самостоятельное производство всех компонентов.

Бриллиант в нескромной оправе

Какое бы качество корпуса ни было предложено производителем, без ключевых элементов обработки воздуха — достойных вентиляторов, теплообменников, фильтров — невозможно говорить о высоком качестве изделия в комплексе.

Первоочередным преимуществом решений от компании «ВЕЗА», настоящим «бриллиантом в короне» является применение высокоэффективной линейки осевых вентиляторов собственной разработки и производства — ОСА-ЭВО.

Характерной особенностью сети воздухораспределения любого дата-центра (ЦОД) является невысокое аэродинамическое сопротивление при одновременно высокой производительности по воздуху. Кроме того, на выходе в сеть необходимо минимизировать динамический напор, создаваемый вентилятором. То есть, учитывая изначальные параметры данного типа объектов, наиболее подходящим выбором с точки зрения энергетической эффективности было бы применение низконапорных вентиляторов с осевой схемой движения воздуха.



❖ Новый осевой вентилятор ОСА-ЭВО

Тем не менее, в индустрии сложилась привычка применения радиальных бескорпусных вентиляторов с электронно-коммутируемыми двигателями (ЕС Plug-Fan) в компоновочном решении, выполненном из массива параллельно работающих вентиляторов (фото 2).

Такое решение имеет изначальное пространство по ряду причин:

1. Некогда высокая доступность такого типа вентиляторов на рынке.
2. Простое обслуживание.
3. Позиционирование как высокоэффективного решения.
4. Имиджевая составляющая, распространённая в применении у большого числа производителей кондиционеров веры в качество «европейских» брендов за счёт масштабной рекламной кампании.

На первоначальном этапе развития линейки продукции для ЦОД компания «ВЕЗА» также применяла такой тип вентиляторов. Уже тогда наши специалисты видели в данном исполнении большое

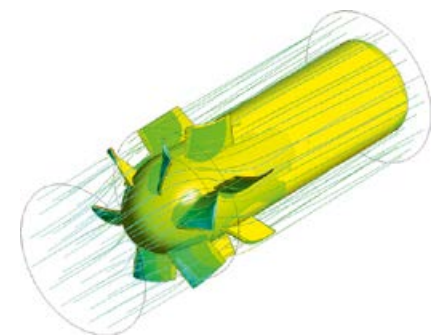
Характерной особенностью сети воздухораспределения ЦОД является невысокое аэродинамическое сопротивление при одновременно высокой производительности по воздуху. Кроме того, на выходе в сеть необходимо минимизировать динамический напор вентилятора



❖ Фото 2. Компоновочное решение из массива параллельно работающих вентиляторов

количество компромиссов и недостатков, которые мы хотели бы исключить в нашей продукции. По мере развития общемировых проблем с поставками полупроводников, которые больно ударили по срокам, стоимости и доступности поставок ЕС Plug-Fan, и одновременно с развитием собственного изделия было принято решение о применении нового поколения вентиляторов.

ОСА-ЭВО (фото 3) — вентилятор, меняющий подход к созданию качественной и по-настоящему энергоэффективной системы воздушного охлаждения дата-центра. Подробно о самом вентиляторе вы могли прочитать в журнале СОК в статье «ВЕЗА»: надёжность и качество — превыше всего» [1].



❖ Фото 3. Осевой вентилятор ОСА-ЭВО с регулируемым углом установки лопаток

В рамках нынешней статьи мы остановимся на аспектах его применения для дата-центров (ЦОД).

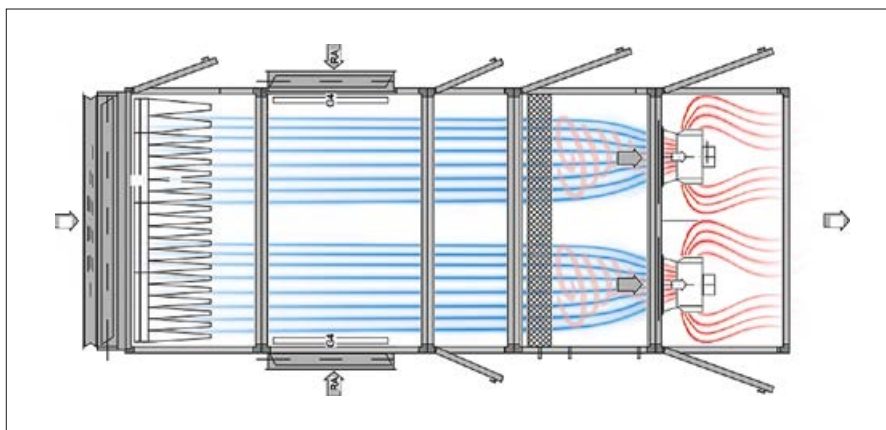
Первый аспект

Наиболее весомым аспектом является значительно больший КПД аэродинамического профиля лопаток осевой схемы вентилятора для заданных условий и одновременное применение спрямляющего аппарата. Аппарат, кроме увеличения КПД, в комплексе с коническим раструбом практически полностью преобразует динамический напор в статику. То есть на выходе из кондиционера образуется область равномерного статического давления, что положительно сказывается на выравнивании эпюр скоростей в сети воздухораспределения. Это позволяет избежать «непродуваемых» зон, а также зон с неустановленным характером движения воздуха, которые приводят к перегреву оборудования. Практика показывает, что в сравнении с лучшими представителями ЕС Plug-Fan коэффициент полезного действия ОСА-ЭВО на 15–20% выше.

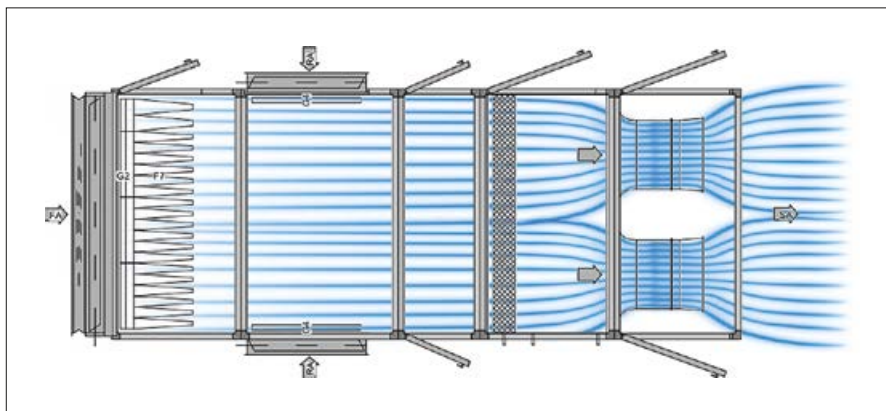
Радиальные вентиляторы также имеют дополнительные потери производительности из-за влияния гидравлического диаметра корпуса кондиционера.

Воздух, истекающий из рабочего колеса радиального вентилятора, перпендикулярно ударяется о корпус кондиционера. Кроме того, высока вероятность образования зон повышенной турбулентности и динамических потерь из-за взаимного влияния потоков воздуха между соседними вентиляторами. Входной коллектор осевых вентиляторов большего сечения (по сравнению с радиальными) обеспечивает существенно более равномерное поле скоростей в сечении элементов обработки воздуха, что гарантирует точность поддержания параметров. В сумме вихревые потоки неустановившегося характера движения воздуха от радиальных ЕС Plug-Fan могут привести к нарушению распределения скорости воздуха, особенно в коротких системах сети воздухораспределения (без использования коллекторов).

Для сравнения на фото 4 и 5 представлены характеры движения воздуха при использовании ЕС Plug-Fan и ОСА-ЭВО внутри кондиционера (на фото показаны виды сверху).



•• Фото 4. Характер движения воздуха при использовании ЕС Plug-Fan внутри кондиционера



•• Фото 5. Характер движения воздуха при использовании ОСА-ЭВО внутри кондиционера

Второй аспект

Вторым по значимости является факт «программируемости» вентилятора ОСА-ЭВО. Конструкция и аэродинамическая схема вентилятора позволяет варьировать количество лопаток, диаметр обтекателя, бесступенчато менять угол атаки лопаток на уже произведённом оборудовании. Вентиляторы ЕС Plug-Fan ограничены одной общей для всей линейки аэродинамической схемой и не позволяют произвести настройку под реальные условия эксплуатации, кроме как изменением частоты вращения, что, безусловно, является недостатком с точки зрения энергоэффективности.

Третий аспект

ОСА-ЭВО, устанавливаемые в кондиционеры для ЦОД, — это модульная система с отдельным высокоэффективным рабочим колесом, энергоэффективным двигателем на постоянных магнитах (класс IE4) и регулятором частоты вращения. Каждый из этих элементов является обслуживаемым и в высокой степени ремонтнопригодным. Большинство производимых на рынке вентиляторов ЕС Plug-Fan не позволяют произвести их ремонт, фактически обслуживание сводится к контролю целостности подключения коммуникаций. При выходе из строя вентиляторы ЕС Plug-Fan без затруднений демонтируются, отправляются на утилизацию и впоследствии заменяются на такие же новые. Но возникает вопрос, как

скоро новый вентилятор может быть поставлен. Есть также и вопрос стоимости всего вентилятора ЕС Plug-Fan, которая существенно выше стоимости вышедшего из строя компонента. Особенно остро эти вопросы начинают звучать в нынешних реалиях, когда доступность поставок сведена к минимуму.

Рабочее колесо ОСА-ЭВО имеет высокое качество изготовления и балансировки. В качестве материалов для изготовления рабочего колеса применяются укреплённый стекловолокном полиамид или анодированный алюминий. Благодаря этому обеспечивается малая масса, что положительно сказывается на ресурсе подшипников электродвигателей.

Кроме того, модульная конструкция позволяет без затруднений произвести замену подшипников.

Четвёртый аспект

Кондиционеры, построенные на основе ОСА-ЭВО, компактнее кондиционеров на основе радиальных вентиляторов

ЕС Plug-Fan (фото 6). За счёт оптимизированного корпуса ОСА-ЭВО не требуются дополнительные успокоительные камеры для подключения к сети воздухораспределения. Также сравнение показывает, что уровень шума для условий применения в ЦОД ниже, чем у радиальных вентиляторов ЕС Plug-Fan, на 5–6 дБ.

Компоненты ВЕРОСА-600®

Под стать вентилятору все остальные компоненты кондиционеров ВЕРОСА-600® отвечают самым взыскательным требованиям заказчиков.

О качестве корпуса, испытанного согласно EN 1886, говорят показатели, которые сведены в табл. 1. Качество исполнения и применяемые материалы обеспечивают надёжную эксплуатацию в атмосфере класса С3 по ISO 12944.

Секрет качества корпуса кроется в перфекционистском отношении производителя к мельчайшим деталям и высокому уровню производства, особенно в части металлообработки.

•• Технические характеристики корпуса ВЕРОСА-600®

табл. 1

| Параметр | Значение |
|--|----------|
| Класс механической прочности | D1 |
| Класс герметичности корпуса | L1 |
| Класс герметичности установочной рамки фильтра | F9 |
| Класс теплопроводности | T2 |
| Класс коэффициента температурного моста | TV3 |

Система корпуса — собственной разработки и изготовления. Каркас и панели выполнены из оцинкованной стали, покрыты полимерным порошковым покрытием, образуют жёсткую, герметичную, прочную, гигиеничную конструкцию.

Применение отечественных уплотнителей, производимых для автомобильной промышленности, и уникальной системы фиксации сервисных панелей гарантирует долговременное сохранение герметичности корпуса, а по необходимости и её простое восстановление. В качестве тепло- и звукоизоляции применяется негорючая минеральная вата плотностью 80 кг/м³, что обеспечивает высокие прочностные, теплоизоляционные и шумовые характеристики. Специальная структура волокон, система фиксации, герметизации утеплителя сохраняют качество теплозвукоизоляционных параметров на протяжении всего периода эксплуатации.

Доступность выбора из 69 стандартных типоразмеров **ВЕРОСА-600®** позволяет адаптировать их под большинство условий размещения. При необходимости возможно изготовление с нестандартными размерами корпуса.

Крайне важным аспектом подготовки воздуха для ЦОД является фильтрация. «**ВЕЗА**» для всех сфер применения делает ставку на высокое качество используемых фильтров и системы их установки в корпус кондиционера. Для применения в объектах ЦОД в качестве основного используемого типа применяются карманные фильтры высокой пылеемкости малого аэродинамического сопротивления. Фильтрующий материал не гигроскопичен, имеет трёхмерную структуру, что исключает образование поверхностного твёрдого слоя пыли даже при воздействии капельной влаги. Применение таких фильтров обеспечивает гарантированную длительную эксплуатацию при малых значениях аэродинамического сопротивления.

Распространённым решением по обеспечению охлаждения воздуха в объектах ЦОД является применение сотового адiabатического увлажнителя. Изначально данный тип увлажнителя индустрией создавался как бюджетный аналог форсуночного увлажнителя с рядом компромиссных решений, которые недопустимы для объектов высокого уровня требований к микроклимату помещений. Компания «**ВЕЗА**» для применения в объектах ЦОД использует следующие решения:

1. В качестве сотовой насадки доступно применение стеклонаполненного материала. Он является негорючим, дольше сохраняет эффективность увлажнения



❖ Фото 6. Кондиционеры на основе **ОСА-ЭВО** отличаются непревзойдённой компактностью

в процессе эксплуатации, требует меньшей частоты замены по сравнению с целлюлозными сотовыми насадками.

2. Применяются надёжные погружные насосы постоянного режима работы S1.
3. Применяемые металлические элементы выполнены из нержавеющей стали высокого качества.
4. Распределяющие шланги выполнены из нержавеющей стали, что исключает их прогиб и прекращение циркуляции воды.
5. Используется соленоидный вентиль с электромагнитным приводом и датчики контроля уровня воды в поддоне.

Кондиционеры **ВЕРОСА-600®** имеют практически полный уровень локализации производства компонентов и элементов обработки воздуха

Теплообменники

С момента своего основания компания «**ВЕЗА**» занимается разработкой и производством высококачественного теплообменного оборудования на основе собственных наукоёмких исследований. Специализация выбрана в создании индивидуальных решений для широкого спектра задач, в том числе для сложных проектов в сочетании с экстремальными условиями эксплуатации.



❖ Фото 7. Теплообменник центрального кондиционера **ВЕРОСА-600®**

Специалисты предприятия стояли у истоков создания целой индустрии на рынках бывшего СССР. Наше предприятие обладает одним из самых развитых технологических и интеллектуальных потенциалов, позволяющим успешно производить продукцию для различных отраслей промышленности.

Широкие технологические возможности, опыт, современные программные комплексы позволяют производить индивидуальные теплообменники в полном соответствии с заданными параметрами и условиями обеспечения минимальных энергетических затрат как на аэродинамическое, так и гидравлическое сопротивление. Особенности производимых теплообменников (фото 7):

1. Диаметры применяемых трубок: 7; 9,52; 12 и 16 мм.
2. Количество уникальных геометрий — 9 шт.
3. Наличие оребрённых внутри труб для теплообменников с фазовым переходом теплоносителя.
4. Десять типов используемых материалов (алюминиевые, медные сплавы с покрытиями и без, нержавеющая сталь), доступно исполнение с увеличенными толщинами.

Теплообменники-охладители устанавливаются в поддоны для сбора конденсата особой конструкции. Поддон высокой ёмкости выполнен из нержавеющей стали со скруглёнными краями и гарантирует полное удаление конденсата и высокую гигиеничность.

Кондиционеры **ВЕРОСА-600®** имеют практически полный уровень локализации производства компонентов и элементов обработки воздуха, благодаря чему обладают существенными преимуществами в факторах оперативности поставки, стоимости, доступности расходных материалов и замены вышедших из строя компонентов, безопасности и надёжности поставщика.

Подбор и разработка кондиционеров осуществляется компетентным инженерным составом «**ВЕЗА**» в программном обеспечении собственной разработки, позволяющим полностью удовлетворить требования заказчиков.

Надеемся, что наше решение в системах Free-cooling найдёт достойное применение при реализации ваших проектов.

Сфера деятельности компании «**ВЕЗА**» для ЦОД не ограничивается системами прямого Free-cooling — мы познакомим вас и с другими техническими решениями нашей компании на страницах [СОК](#). ●

1. «**ВЕЗА**»: надёжность и качество — превыше всего // Журнал СОК, 2021. №12. С. 42–43.



VRF или чиллер? Сравнительный анализ современ- ных фреоновых и водяных систем кондициониро- вания воздуха. Часть 4*

Мы публикуем последнюю статью из серии, посвящённой сравнительному анализу современных фреоновых и водяных систем кондиционирования воздуха.

Автор: [С.В. БРУХ](#), технический редактор [журнала СОК](#)

* Окончание. Начало см. в журналах [СОК №1–3/2022 \[1–3\]](#).

15. Капитальные затраты

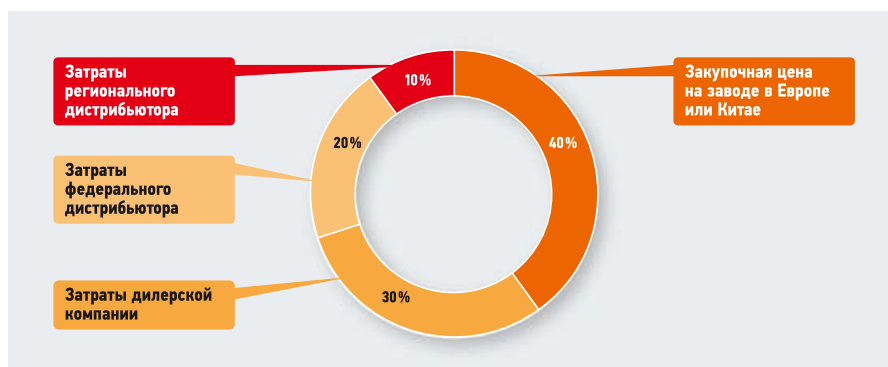
Итак, мы подошли к самому интересному для конечного заказчика или инвестора, а именно к оценке стоимости систем кондиционирования воздуха. Из чего состоят капитальные затраты: большую часть занимает стоимость оборудования, затем идёт стоимость материалов и далее стоимость работ (проектных, монтажных, пусконаладочных).

Но для начала давайте определимся, что такое «стоимость оборудования», поскольку стоимость одного и того же оборудования в разных условиях может сильно отличаться. Какие цены мы можем увидеть в разных ситуациях?

2. Дилерская стоимость оборудования.

Обычно на 15–45 % меньше, чем розничная стоимость оборудования. Предоставляется в основном дилерскими компаниями, которые неоднократно реализуют крупные объекты и являются стратегическими партнёрами для дистрибьюторских компаний.

Дилерская скидка включает в себя не только стоимость доставки оборудования из регионального склада на объект, но и усилия по его продвижению. Также в эту цену закладываются вознаграждения проектным компаниям и заинтересованным лицам у заказчика (в России нужно быть реалистами).



❖ Рис. 1. Состав розничной цены на оборудование

1. Розничная стоимость оборудования для конечного заказчика.

Обычно это самая высокая цена, без скидок, от которой начинается торг. В розничную цену закладывается всё: закупка оборудования у завода изготовителя, транспортные затраты и таможня для доставки в страну, прибыль федерального дистрибьютора, транспортные затраты для доставки на объект строительства, прибыль регионального дистрибьютора, прибыль дилерской компании (если продавец оборудования и монтажная организация — это одна и та же компания), гарантийные обязательства. Как правило, эта цена выдаётся заказчику в случае его первого и единственного обращения с просьбой посчитать стоимость оборудования, заложенную в проект. Примем её за 100 % (рис. 1).

3. Стоимость для регионального дистрибьютора.

Обычно на 10–15 % меньше, чем дилерская стоимость оборудования. Включает в себя стоимость доставки из Москвы до регионального склада, техническую и консультационную поддержку по монтажу и последующей эксплуатации, а также усилия по продвижению оборудования на региональном рынке.

4. Стоимость для федерального дистрибьютора.

Как правило, на 20–40 % меньше, чем цена для регионального дистрибьютора. Включает в себя стоимость доставки из страны завода-изготовителя, таможню, хранение на федеральном складе. А также усилия по продвижению оборудования на федеральном рынке, гарантийную техническую поддержку и обеспечение запасными частями.



В нашем конкретном случае стоимость оборудования на условные 1000 кВт холода может зависеть от: необходимости одновременной работы на холод и тепло (например, трёхтрубные VRF или четырёхтрубные фанкойлы дороже); типа и типоразмера внутренних блоков (касетные блоки значительно дороже настенных); типа и типоразмера наружных блоков (чем больше наружный блок, тем дешевле 1 кВт холода); расстояния от источника холода до внутренних блоков; расчётной температуры в помещениях и т.д. (табл. 1).

Какие же выводы можно сделать из табл. 1? Их несколько.

I. Сравнительная стоимость систем

Первый и самый главный вывод — системы VRF во всём диапазоне производительности получают дешевле, чем системы «чиллер-фанкойл», даже без учёта стоимости материалов и монтажных работ. Перечислим более детально:

1. Системы малой производительности (от 8 до 25 кВт по холоду). Это сегмент мини-VRF-систем с наружным блоком настенной установки и горизонтальным выбросом воздуха (фото 1). Стоимость оборудования чиллерных систем в этом сегменте в два раза дороже, чем систем VRF. Именно поэтому выпуск малых чиллеров (до 30 кВт) продолжает стремительно сокращаться и практически вытеснен с рынка VRF-системами.

Большой разброс по цене для систем VRF (от \$450 до \$880) обуславливается различными типами внутренних блоков. Например, семь кассетных внутренних блоков по 2 кВт стоят за 14 кВт холода значительно дороже, чем один каналный блок 14 кВт по холоду.

2. Системы средней производительности (от 25 до 100 кВт по холоду). В этом сегменте для систем VRF есть неудачные по цене решения, например, использование полноразмерного наружного блока 25 кВт по холоду, который обладает самой высокой стоимостью 1 кВт. Но даже в этом случае самый простой чиллер с гидромодулем получается дороже.

Если посмотреть на проценты, которые добавляются к отпускной цене с завода (до 70%), то часто у крупных заказчиков возникает «замечательная» идея сократить затраты и сэкономить, купив оборудование напрямую у завода-изготовителя в Китае или Европе. Почему это на 99% не реализуемая задача?

Во-первых, допустим, что потенциальный покупатель четырёх больших чиллеров обратился на завод-изготовитель. Отпускные цены завода также подразделяются по глубине скидки для разных клиентов. И, скорее всего, заказчик из России получит цену, близкую к розничной, но при этом на него лягут все затраты по доставке, растаможке и гарантийным обязательствам. Что абсолютно невыгодно.

Во-вторых, производство на нормальном заводе загружено заказами на год вперёд. И, как правило, такому неожиданному покупателю, которому оборудование требуется максимум через полгода, просто откажут либо примут заказ с отгрузкой через год.

В-третьих, и это самое главное, нормальный производитель задаст простой вопрос: откуда некая неизвестная строительная или инвестиционная компания знает конкретную маркировку оборудования и почему вдруг хочет его купить?

Наверно, потому, что кто-то предварительно провёл работу по продвижению оборудования в этой стране. И продажа оборудования напрямую конечному покупателю будет нарушать принципы стратегического партнёрства между заводом-изготовителем и федеральным дистрибьютором. Разовая случайная продажа четырёх чиллеров угрожает интересам и завода-изготовителя, и дистрибьютора, и может исключить все дальнейшие продажи в этом регионе, поскольку заказчики и проектировщики никогда в будущем не узнают условное название бренда ХХХ.

То есть с точки зрения конечной цены на конкретном объекте мы можем увидеть цену оборудования с максимальной скидкой 10–20% от розницы в зависимости от конкретного объёма.

От чего ещё зависит стоимость оборудования? Главным образом от производительности систем по холоду. Конечно, также и от технического задания заказчика, из которого следует тип технического решения.

Стоимость оборудования чиллерных систем в сегменте малой производительности в два раза дороже, чем систем VRF. Поэтому выпуск малых чиллеров (до 30 кВт) продолжает стремительно сокращаться



❖ Фото 1. Наружный блок мини-VRF-системы

❖ Ориентировочная розничная стоимость оборудования

табл. 1

| Тип оборудования | Стоимость оборудования, \$/кВт | | |
|---|---|-------------------|----------|
| | VRF-системы | «Чиллер-фанкойлы» | |
| Тепловые насосы | малой производительности (8–25 кВт) | 450–880 | 860–1400 |
| | средней производительности (25–100 кВт) | 490–1090 | 690–1100 |
| | средней производительности (100–500 кВт) | 490–970 | 650–980 |
| | большой производительности (500–1500 кВт) | 490–970 | 580–930 |
| Только холод (400–1500 кВт) | 420–880 | 560–970 | |
| Системы «тепло + холод» (рекуперация тепла, 400–1500 кВт) | 850–1420 | 910–1550 | |

3. Системы средней производительности (100–500 кВт по холоду). Чем больше размер чиллера, тем дешевле стоимость 1 кВт с точки зрения капитальных затрат. Для систем VRF в принципе без разницы, каков размер объекта кондиционирования. Так как конструкция модульная, то стоимость 1 кВт холода будет одинакова. В дальнейших расчётах мы учтём потери производительности по длине трубопроводов и рассчитаем стоимость точнее. Но в первом приближении стоимость оборудования на объектах средней производительности для VRF-систем также будет меньше примерно на 10–30%.

4. Системы большой производительности (от 500 до 1500 кВт). В далёком 2005 году стоимость чиллерных систем выше 500 кВт по холоду была однозначно ниже, чем стоимость систем VRF той же суммарной производительности. Но за 17 лет цены на VRF сильно упали, поэтому сегодня даже на очень больших объектах можно видеть, что системы VRF будут дешевле. Моноблочные чиллеры производительности 500–1500 кВт обладают самой малой стоимостью 1 кВт холода. И при определённых условиях их стоимость может сравняться с системами VRF. Но не забываем, что на итоговую цену капитальных затрат влияют и другие факторы, которые мы учтём далее.

В 2005 году стоимость чиллерных систем выше 500 кВт по холоду была однозначно ниже, чем стоимость систем VRF той же суммарной производительности. Но за 17 лет цены на VRF сильно упали, поэтому сегодня даже на очень больших объектах можно видеть, что системы VRF будут дешевле

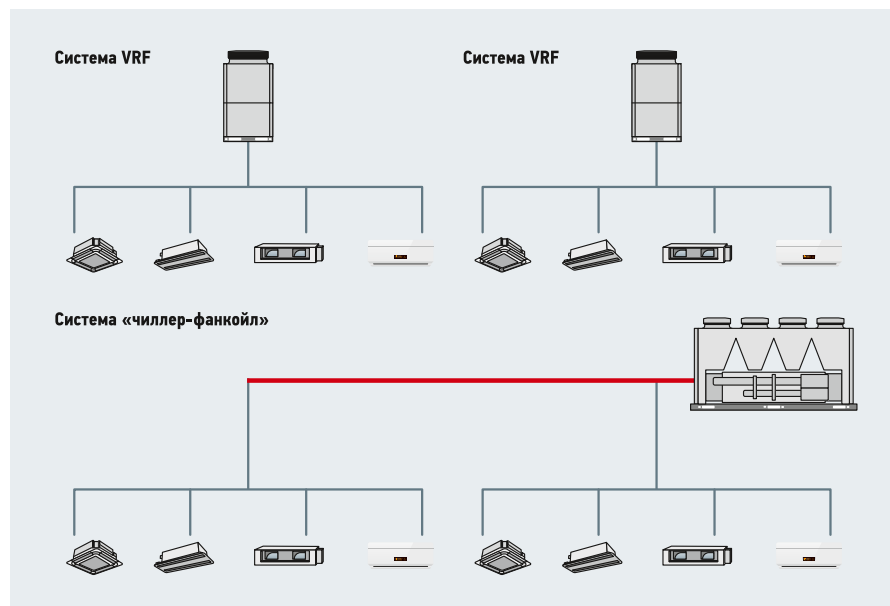
5. Системы «только холод». Редко выпускаются в сегменте VRF-систем и часто для систем «чиллер-фанкойл». Но рассматриваемый нами производитель M, к счастью, имеет в своей линейке как «холодные» системы VRF, так и чиллеры, поэтому мы можем их сравнить. Если стоит задача получить самый дешёвый киловатт холода на центральных системах кондиционирования, то самым оптимальным решением в таком случае будут опять системы VRF «только холод».

6. Системы с рекуперацией тепла. Самые комфортные системы для конечного потребителя, так как позволяют свободно выбирать режим работы внутреннего блока независимо от своего соседа. Это

очень востребовано в переходный период года, когда часть потребителей с южной стороны здания продолжает использовать режим охлаждения, а вторая часть с северной стороны уже мёрзнет и пытается включить кондиционер в режим обогрева. Для систем с рекуперацией тепла это возможно, хотя такие системы стоят примерно в полтора раза дороже, чем, например, тепловые насосы.

колевых растворов. Следовательно, при одинаковой производительности объекта диаметры медных трубопроводов окажутся значительно меньше, чем трубопроводов для воды. В нашем примере для производительности 65 кВт требуются: труба 19+31 мм для VRF-системы и труба 75+75 мм для чиллера.

2. Конфигурация системы. Общая протяжённость трубопроводов для чиллерных



•• Рис. 2. Варианты обвязки трубопроводами двух одинаковых объектов кондиционирования [конфигурации трубопроводов: а — для двух систем VRF, б — для одного чиллера]

II. Стоимость материалов

Второй вывод касается стоимости материалов. Основные материалы, влияющие на стоимость дополнительных затрат: трубопроводы, теплоизоляция, тройники, клапаны регулирования, запорная арматура, фреон для дозаправки, припой, кронштейны, крепёжные материалы, дренажные трубопроводы.

Как правило, сторонники чиллерных систем искренне считают, что монтаж чиллера обходится дешевле, чем монтаж VRF-системы, поскольку трубопроводы для воды стоят дешевле медных трубопроводов. Однако это принципиальная ошибка. Стоимость материалов для монтажа чиллерных систем занимает примерно 20–35% от стоимости оборудования. Для систем VRF эта доля оказывается меньше — около 15–25%.

Сейчас я объясню, почему материалы для VRF в сумме дешевле:

1. Диаметры трубопроводов. Давайте посмотрим ещё раз на таблицу расчёта диаметров трубопроводов для чиллера и системы VRF из второй статьи этого цикла ([2], пункт 11). Энергоёмкость жидкого хладагента как холодоносителя примерно в десять раз выше, чем воды или гли-

систем всегда больше, чем для систем VRF. Давайте посмотрим на рис. 2 и поймём, за счёт чего это происходит. С точки зрения обвязки внутренних воздухообрабатывающих блоков разницы в длине трубопроводов нет. Но вот длина магистральных трубопроводов, которые должны свести все потоки в одну точку, для чиллерных систем значительно больше. Наружных блоков VRF-систем больше, поэтому они могут находиться как можно ближе к приёмникам холода и равномерно распределены, например, по крыше здания или на поэтажных балконах.

На рис. 2 видна разница в длине трубопроводов. Для чиллерных систем длина трубопроводов больше на величину коллекторного трубопровода.

3. Дополнительные элементы системы. Система VRF — это законченный для монтажа продукт с точки зрения требования дополнительных элементов. Для чиллерных систем, кроме трубопроводов, требуются: запорные и недёшевые регулировочные вентили, баки хранения гликолевых растворов, система водоподготовки, фильтры для воды, спускные вентили, расширительный бак, бак-аккумулятор и т.д.

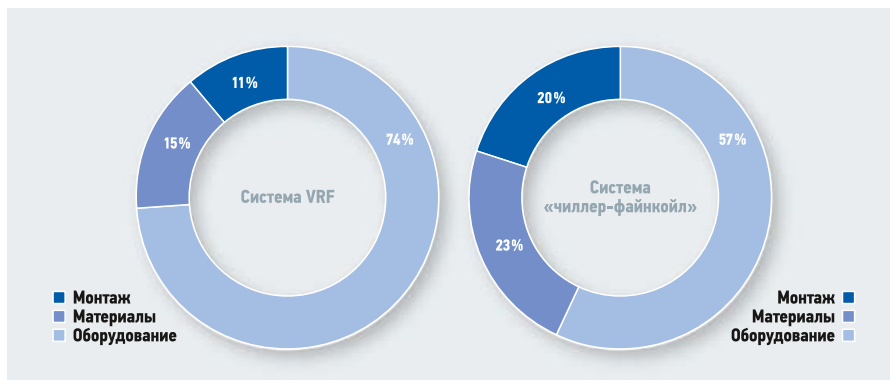


Рис. 3. Распределение затрат по статьям «Оборудование», «Материалы», «Монтаж, проектирование, пусконаладка»

III. Стоимость проектных, монтажных и пусконаладочных работ

Система «чиллер-фанкойлы» более сложна и вариативна, чем система VRF. Следовательно, она требует большей квалификации персонала, как при проектировании, так и при монтаже и пусконаладке оборудования. Для VRF-систем проектирование сводится к заводской программе расчёта, которая сама учитывает все нюансы и выдаёт необходимый набор оборудования и материалов. Это, конечно, даёт меньший «полёт фантазии» для проектировщика, зато ограждает конечного потребителя от фатальных ошибок после монтажа оборудования.

Стоимость всех работ для систем VRF составляет 10–20% от стоимости оборудования. Для систем «чиллер-фанкойл» эта цифра будет от 15 до 30% (рис. 3).

Таким образом, просуммировав все затраты, мы получаем графики капитальных затрат для систем «чиллер-фанкойлы» и VRF-систем (рис. 4). Какие основные выводы можно сделать из этих графиков?

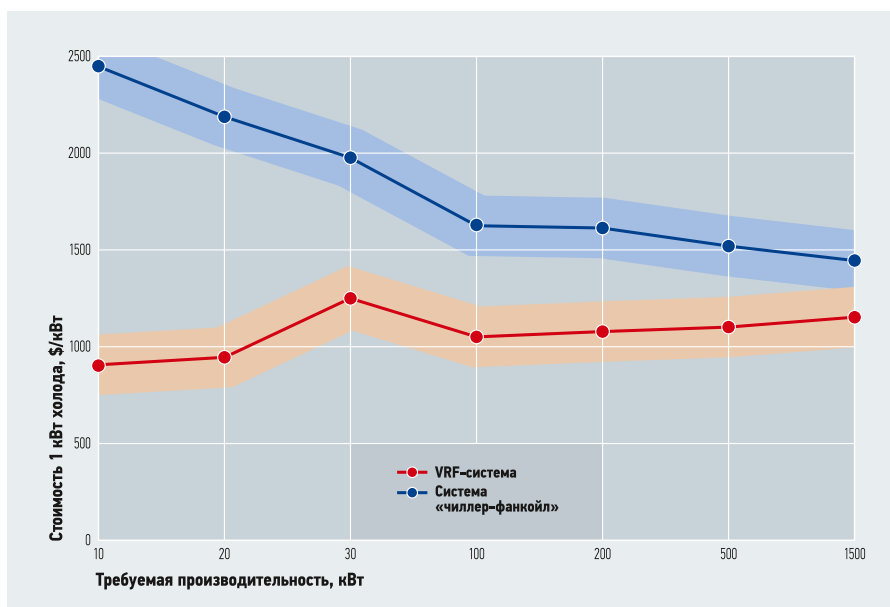


Рис. 4. Капитальные затраты на 1 кВт холода в зависимости от размера объекта (установки с тепловым насосом, воздушное охлаждение конденсатора, производство — Китай, 2021 год)

Во-первых, во всём диапазоне рассматриваемых теплоизбытков объекта итоговая стоимость VRF-систем получается ниже, чем стоимость «чиллер-фанкойлов». Теоретически при мощности охлаждения 600 кВт и выше может получиться ситуация, когда капитальные затраты на чиллерные системы сравняются с капитальными затратами на системы VRF. Но это, скорее, исключение из правил.

Также необходимо ещё раз обратить внимание, что сравниваются системы одного класса и китайского производства. Если сравнивать VRF-системы производства Японии, то стоимость капитальных

затрат возрастёт на 30–50%. Но тогда и чиллерные системы необходимо рассматривать более дорогие, например, европейских или американских марок.

График чиллерных систем начинается с \$2500 за 1 кВт на малых объектах и падает до \$1500 за кВт на больших мощностях по холоду.

График VRF-систем образует ломаную кривую. На малой производительности (от 10 до 25 кВт) в сегменте мини-VRF-систем удельная стоимость самая выгодная. Это обуславливается простотой конструкции мини-VRF, отсутствием систем переохлаждения, что позволяет получить небольшую стоимость оборудования на коротких трассах до 50 м. На производительности 30 кВт график резко поднимается вверх до \$1300 за 1 кВт, так как наружный полноразмерный блок 30 кВт — самый неудачный по цене в сегменте VRF.

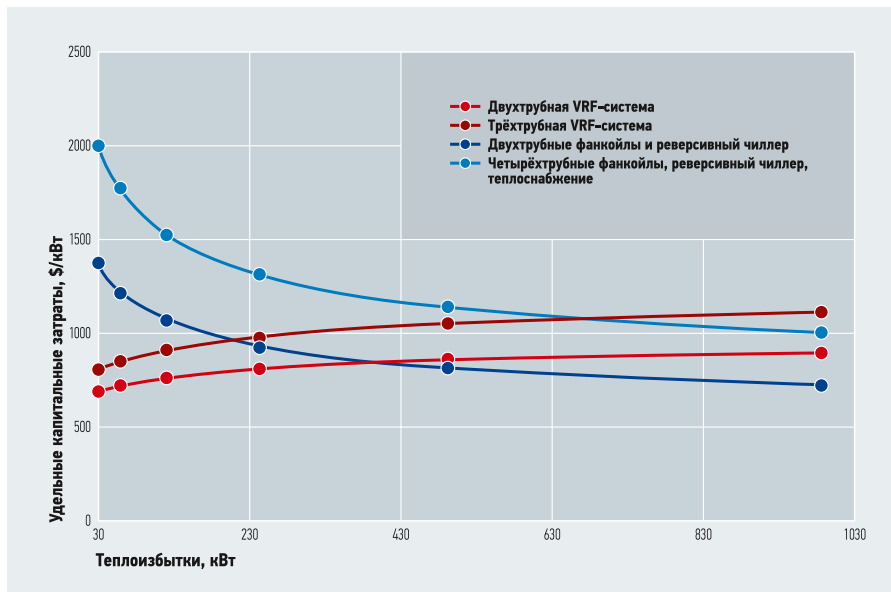


Рис. 5. Удельная стоимость систем кондиционирования (производство: чиллер — Соединённые Штаты Америки, VRF — Япония, 2005 год)

Далее стоимость VRF снижается на 100 кВт по холоду и затем снова немного растёт за счёт увеличения длины трубопроводов на больших объектах.

Интересно сравнить с аналогичным графиком, составленным в 2005 году (рис. 5). Чиллерные системы в среднем подорожали (в долларах) за 16 лет в два раза. VRF-системы за тот же период подорожали на 20–30%. Таким образом, если ранее точка оптимального применения VRF находилась до 400 кВт по холоду, то теперь она сдвинута сильно вправо до производительности 1000 кВт и более.

Однако за тот же период долларская инфляция составила 44%. Следовательно, реальная стоимость чиллерных систем увеличилась на 56%, а реальная стоимость систем VRF уменьшилась на 14%.

Вывод 15. Удельные капитальные затраты зависят от многих факторов, от типа внутренних блоков до размера объекта кондиционирования. Фактически для всех вариантов капитальные затраты VRF-систем меньше, чем капитальные затраты на системы «чиллер-фанкойлы» при подобных характеристиках систем.

16. Текущие затраты

Текущие затраты при эксплуатации систем кондиционирования воздуха состоят из стоимости: потреблённой электроэнергии, технического обслуживания (чистка воздушных фильтров, теплообменников, замена масляных фильтров), дополнительных материалов для текущего ремонта и т.д. Но главной статьёй расходов, конечно, является стоимость потреблённой электроэнергии.

Годовые затраты электроэнергии и стоимость эксплуатации в целом*

табл. 2

| Нагрузка, кВт | Температура, °С | Год, час | EER, чиллер | Расход (чиллер), кВт·ч | EER, VRF | Расход (VRF), кВт·ч |
|---|-----------------|-------------|-------------|------------------------|----------|---------------------|
| 100 | 35 | 50 | 2,3 | 2173 | 4,0 | 1250 |
| 80 | 27 | 350 | 2,8 | 10000 | 6,2 | 4516 |
| 70 | 23 | 450 | 3,0 | 10500 | 7,2 | 4375 |
| 50 | 15 | 200 | 3,2 | 3125 | 8,4 | 1190 |
| Итого, кВт·ч | | 1050 | | 25798 | | 11331 |
| Итого затраты на энергию, \$/год** | | | | 1805 | | 793 |
| Итого стоимость эксплуатации, \$/год | | | | 2707 | | 1189 |

* Для объекта 100 кВт производительности по холоду. ** Стоимость электроэнергии принята \$0,07 за 1 кВт·ч.

Величина энергопотребления систем подробно рассмотрена нами в третьей статье [3] нашего цикла в разделе 14 «Сезонная энергоэффективность систем кондиционирования воздуха».

Для оценки используем сезонный коэффициент, более приближенный, во-первых, к российскому континентальному климату, во-вторых, к использова-

нию систем кондиционирования в офисных зданиях. В табл. 2 произведён расчёт годового энергопотребления условных систем с производительностью 100 кВт. Расчёт часов работы принят таким: пять месяцев в году, 21 день в месяц, десять часов в день.

Стоимость работ по обслуживанию систем оценить сложнее, но, без сомнения, для систем «чиллер-фанкойлы» она больше за счёт обслуживания насосов, замены гликолевых смесей, замены масляных фильтров, замены масла, водоподготовки и т.д. В целом будет справедливо принять стоимость обслуживания равной половине стоимости затраченной электроэнергии на систему (табл. 2).

Вывод 16. Текущие эксплуатационные затраты на системы «чиллер-фанкойлы» в два и более раза больше, чем затраты

на эксплуатацию VRF-систем, за счёт как большего сезонного энергопотребления, так и большего объёма и стоимости работ по обслуживанию водяного и холодильного контуров.

17. Суммарные затраты (капитальные плюс текущие)

При покупке любого оборудования необходимо понимать и какие будут затраты не только в момент покупки, но и суммарно за весь период эксплуатации. Для этого необходимо ответить на вопрос, какой период эксплуатации будет у наших сравниваемых систем. Как системы VRF, так и чиллерные системы относятся к надёжному оборудованию и эксплуатируются долго. По моему опыту, срок эксплуатации этих систем составляет от 15 до 25 лет. Я наблюдал системы, работающие 30 лет и более, но думаю, что их нужно менять даже с точки зрения морального устаревания. Поэтому в наших расчётах мы примем срок эксплуатации 15 лет. Мы объединим капитальные затраты из рис. 4 и текущие затраты за 15 лет из табл. 2 и получим рис. 6.



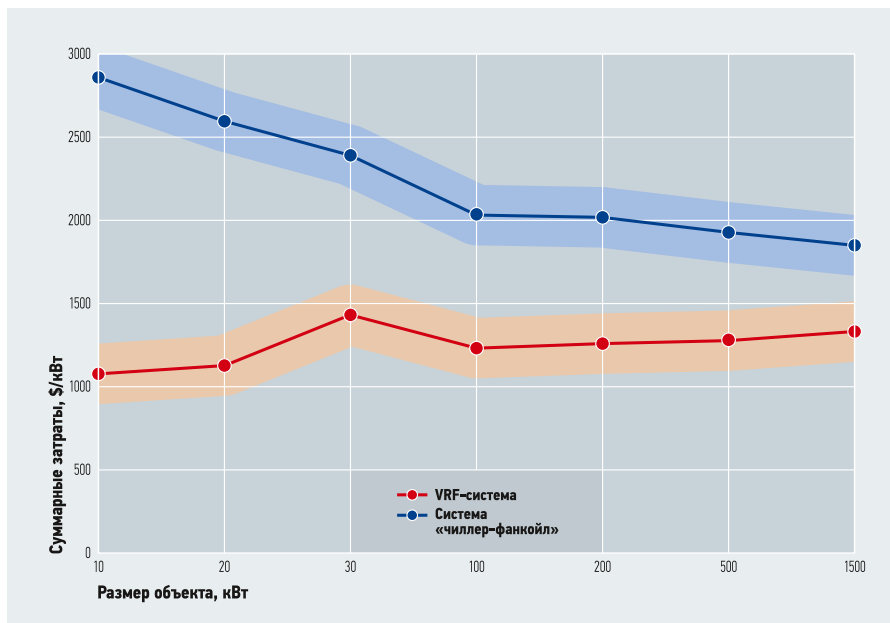


Рис. 6. Суммарные затраты на выработку 1 кВт холода за 15 лет эксплуатации объекта

Анализируя рис. 6, можно сделать однозначный вывод: VRF-системы кондиционирования воздуха обойдутся для заказчика суммарно от 900 до 1600 \$/кВт холода за 15 лет. Системы «чиллер-фанкойлы» — от 1700 до 3000 \$/кВт холода за тот же период. Что однозначно говорит о преимуществе систем VRF с финансовой точки зрения.

Вывод 17. Суммарные затраты при кондиционировании любых по размеру объектов будут всегда меньше при использовании VRF-систем.



Заключение

В самом начале этого цикла статей мы привели график продаж в мире двух конкурирующих систем кондиционирования воздуха ([1], рис. 1): систем с переменным расходом хладагента (VRF) и систем с промежуточным холодоносителем («чиллер-фанкойлы»).

На этом графике видно, что системы VRF ежегодно увеличивали свою долю на мировом рынке, а системы «чиллер-фанкойлы», наоборот, сокращали. Рассмотрев эти системы по 17 различным критериям, от технических до экономических, мы увидели плюсы и минусы каждой системы. Плюсов у систем VRF, без сомнения, больше (в табл. 3 лучшие характеристики помечены красным цветом), что и обуславливает рост их продаж.

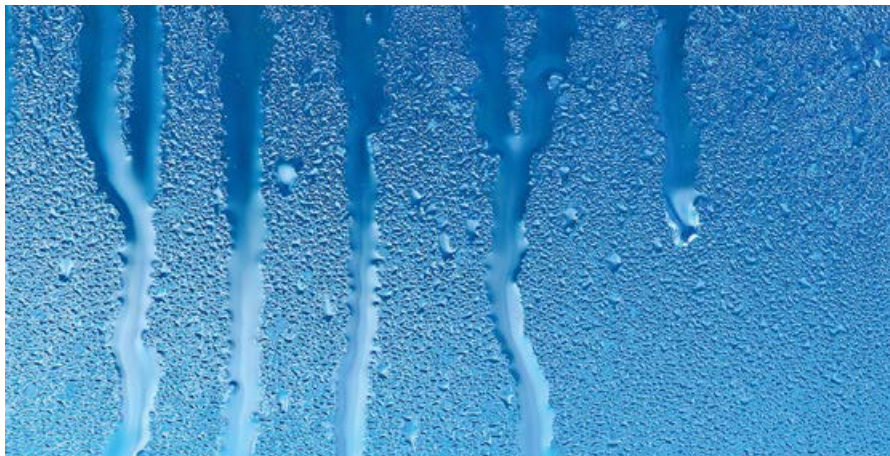


Сравнительные характеристики систем VRF и «чиллер-фанкойлы» табл. 3

| № | Критерий сравнения | VRF-системы | «Чиллер-фанкойлы» |
|-----|--|-------------|-------------------|
| 1. | Фактическая производительность внутренних блоков в реальных условиях | Больше | Меньше |
| 2. | Потери производительности источников холода на 100 м трубопровода, % | 16 | 9 |
| 3. | Диапазон работы по наружной температуре | Больше | Меньше |
| 4. | Относительная влажность в помещениях в тёплый период | Меньше | Больше |
| 5. | Скорость воздушных потоков в помещениях | Меньше | Больше |
| 6. | Уровень шума внутренних блоков | Меньше | Больше |
| 7. | Надёжность функционирования | Больше | Меньше |
| 8. | Габаритные размеры внутренних блоков | Меньше | Больше |
| 9. | Габаритные размеры наружных блоков (чиллеров) | Меньше | Больше |
| 10. | Габаритные размеры соединительных трубопроводов | Меньше | Больше |
| 11. | Ограничения на длину магистралей и перепад высот между элементами оборудования | Есть | Нет |
| 12. | Максимальный расход электроэнергии (установочная мощность) | Меньше | Больше |
| 13. | Средний расход электроэнергии за сезон (энергопотребление) | Меньше | Больше |
| 14. | Сезонное энергопотребление систем с водяным охлаждением конденсатора | Меньше | Больше |
| 15. | Капитальные затраты, \$/кВт | 700–1450 | 1300–2700 |
| 16. | Текущие затраты | Меньше | Больше |
| 17. | Общие затраты за 15 лет, \$/кВт | 900–1500 | 1700–3000 |

Тем не менее, существуют уникальные объекты, где задача кондиционирования может быть решена только с помощью чиллерных систем. Но если применение мультизональных систем на объекте в принципе возможно, то выбор — однозначно в пользу систем с переменным расходом хладагента (VRF). ●

1. Брух С.В. VRF или чиллер? Сравнительный анализ фреоновых и водяных систем кондиционирования воздуха. Часть 1 // Журнал СОК, 2022. №1. С. 62–69.
2. Брух С.В. VRF или чиллер? Сравнительный анализ современных фреоновых и водяных систем кондиционирования воздуха. Часть 2 // Журнал СОК, 2022. №2. С. 40–43.
3. Брух С.В. VRF или чиллер? Часть 3 // Журнал СОК, 2022. №3. С. 50–54.



К обсуждению охладителя воды для систем кондиционирования воздуха

Экологическая чистота и простота конструкции являются основными преимуществами нового нетрадиционного охладителя воды, в котором взаимодействие аэродинамических, центробежных и межмолекулярных сил создают условия для низкотемпературного кипения и охлаждения воды в негерметичном вращающемся поддоне.

Автор: Ю.В. МАЛЬГИН, к.т.н., старший научный сотрудник, научный консультант [ЗАО «Бюро Техники — Проект»](#) (город Санкт-Петербург)

Охлаждение воды ниже температуры мокрого термометра (на 10–15 °С) применяют в системах кондиционирования воздуха, а также при осуществлении многих современных производственных процессов, использующих рециркуляционную воду. Охлаждение воды и воздуха наиболее часто реализуют с помощью фреоновых компрессорных холодильных машин (чиллеров).

Применение охлаждаемой воды в качестве холодильного агента в холодильной машине является наиболее предпочтительным вариантом, как с точки зрения безопасности, так и в плане отсутствия экологического вреда.

Практическое применение воды в качестве рабочего тела (агента) известно в пароежекторных холодильных машинах, преимущественно в судовом исполнении, в которых вода после кипения/охлаждения подаётся в кондиционеры [1]. Создаваемый вакуум в эжекторах позволяет охлаждать воду обычно до 5–7 °С. Процесс охлаждения воды обеспечивается за счёт кинетической энергии водяного пара, поступающего под значительным избыточным давлением из парового котла в эжектор. Низкотемпературный охладитель воды для систем кондиционирования воздуха представляет собой новый тип водоохлаждающей холодильной машины, использующий воду в качестве холодильного агента [2].

В состав обсуждаемого модернизированного низкотемпературного охладителя воды (НОВ) входит вращающийся поддон со слоем воды на его стенках, выполненный в виде кругового цилиндра с заглушенными торцевыми отверстиями. В цилиндрической стенке поддона, снабжённого приводом, предусмотрены водовыпускные и паровоздушные отверстия — к последним подсоединены паровоздушные каналы, проложенные через слой воды, входные отверстия которых располагают над её открытой поверхностью. Поддон снабжают дополнительным наружным коаксиально с ним зафиксированным круговым цилиндром

также с заглушенными торцевыми отверстиями, в наружной стенке которого образованы выпускные отверстия, причём между стенками поддона и дополнительного цилиндра образована паровоздушная камера. Поддон с дополнительным цилиндром заключены в кожух-сборник охлаждённой воды (и пара), которая через патрубок и трубопровод направляется на технологические нужды. Через второй патрубок тёплая вода поступает внутрь поддона. Корпус объединяет и фиксирует перечисленные элементы конструкции (рис. 1).

Применение охлаждаемой воды в качестве холодильного агента в холодильной машине экологично и является наиболее предпочтительным вариантом с точки зрения безопасности персонала и окружающей среды

В процессе работы в поддон НОВ подают воду, которую необходимо охладить. При вращении цилиндрического поддона вода распределяется (растекается) тонким слоем и стабильно удерживается центробежной силой на его внутренней поверхности. При достижении окружной скорости вращения наружной поверхности дополнительного цилиндра 300–400 м/с на его поверхности возникает значительное понижение статического давления воздуха, которое уравнивается посредством паровоздушных каналов с давлением внутри поддона. Когда величина этого давления в поддоне понизится до уровня, соответствующего парциальному давлению водяных паров на поверхности воды, возникает процесс её пузырькового кипения, вызывающий очень интенсивное охлаждение массы вращающегося слоя воды. Испаряющаяся вода в виде пара выводится из поддона через паровоздушные каналы и выпускные отверстия, предусмотренные в дополнительном цилиндре.

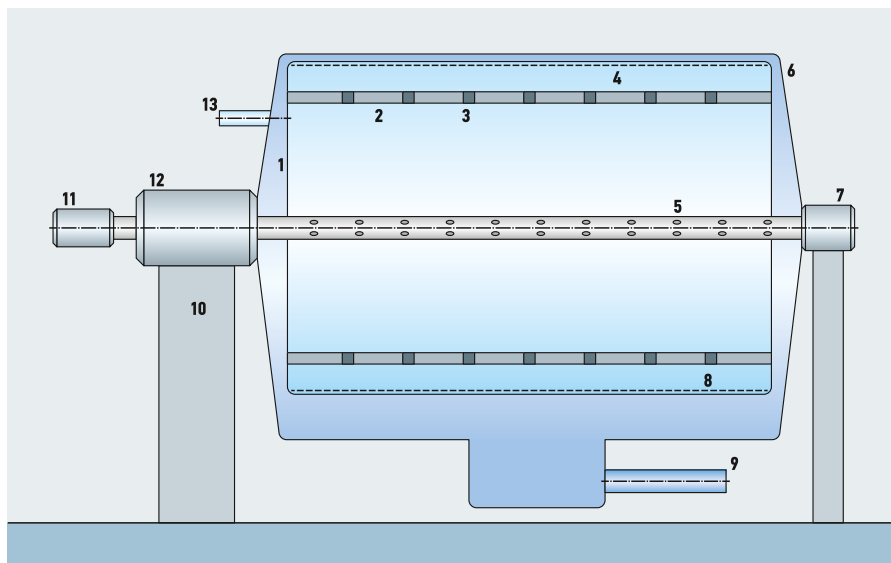


Рис. 1. Схематическое изображение варианта НОВ, снабжённого наружным коаксиально размещённым дополнительным цилиндром с заглушенными торцевыми отверстиями, в цилиндрической стенке которого образованы выпускные отверстия [1 — поддон, выполненный в виде тонкостенного цилиндра; 2 — слой воды во вращающемся поддоне; 3 — паровоздушные каналы; 4 — паровоздушная камера; 5 — отверстия для тёплой воды, поступающей из полого вала привода; 6 — кожух-сборник охлаждённой воды и пара; 7 — подшипник; 8 — наружный дополнительный цилиндр с выпускными отверстиями; 9 — патрубок для отведения охлаждённой воды; 10 — корпус (рама) охладителя воды низкотемпературного; 11 — патрубок тёплой воды (подвижно соединён с полым валом привода); 12 — привод поддона; 13 — патрубок для отвода пара]

Более подробное изложение сущности процесса охлаждения воды рассмотрим на конкретном примере (модернизированном варианте) НОВ со следующими расчётными размерами: наружный диаметр дополнительного цилиндра — 0,6 м (при его длине, равной длине поддона $L = 1,0$ м), толщина вращающегося слоя воды — 0,005 м, внутренний диаметр открытой цилиндрической поверхности воды — $d = 0,5$ м.

Примечание: В представленном примере НОВ в поддоне и на поверхности дополнительного цилиндра не располагаются выступающие конструктивные элементы, плохо обтекаемые высокоскоростным (и сверхзвуковым) воздушным потоком, поэтому исключается возможность ударного сжатия воздуха, повышения его плотности и температуры. Отсутствует возможность возникновения ударных волн — скачков уплотнения, нарушающих структуру установившегося воздушного потока [3].

Предварительные расчёты позволяют оценить холодопроизводительность обсуждаемого НОВ [2].

Воспользуемся уравнением Бернулли: $p_{\text{дин}} + p_{\text{ст}} = p_{\text{полн}}$ или $0,5\rho v^2 + p_{\text{ст}} = \text{const}$. В пограничном слое воздуха с «ровногладкой» наружной поверхностью дополнительного цилиндра (ламинарном подслое) его скорость относительно этой поверхности всегда принимают равной нулю. В этом тонком пристенном слое

воздуха его динамическое давление практически полностью преобразуется в статическое давление, то есть происходит безударное затормаживание воздушного потока: $0,5\rho v^2 = p_{\text{ст}} = p_{\text{полн}}$.

Для инициирования режима кипения воды при температуре $\approx 7^\circ\text{C}$ необходимо создать давление воздуха (статическое) над поверхностью воды, условно равное таковому над наружной поверхностью дополнительного цилиндра: $p_{\text{полн}} = p_{\text{ст}} \approx 1000$ Па.

Итак, получены расчётные величины, характеризующие функционирование охладителя воды: окружная скорость поверхности воды составляет около 408 м/с и обеспечивается частотой вращения поддона с водой $217 \text{ с}^{-1} \approx 13\,000 \text{ мин}^{-1}$.



Примечание: Примером практического применения центробежных устройств со сравнимыми характеристиками являются высокоскоростные и конструктивно наиболее совершенные, близкие по диаметрам и окружной скорости вращения газовые центрифуги, применяемые для разделения — обогащения изотопов урана, надёжное безостановочное вращение которых на практике применяется в нашей стране в течение десятиков лет. Длина вращающегося в вертикальном положении цилиндрического ротора в таких центрифугах обычно составляет несколько метров (описаны образцы длиной до 12 м). Это позволяет реализовать многократное увеличение единичной холодопроизводительности НОВ за счёт наращивания длины поддона (1,0 м), указанной в расчётном примере.

Масса вращающейся в поддоне воды составляет 31,5 кг. Масса воды, испаряемая для её охлаждения за расчётное время 32 с (при этом толщина слоя испарившейся воды составит доли миллиметра), равна 0,16 кг.

Количество теплоты, передаваемой кипящему приповерхностному слою воды от основной массы охлаждаемой воды (тепловой поток, поддерживающий режим кипения — режим охлаждения), или полная холодильная мощность охладителя воды составит примерно 12,5 кВт, чего достаточно для кондиционирования воздуха в бытовых, административных или офисных помещениях площадью до 100–120 м². Количество водяного пара, испаряющегося с поверхности воды при её кипении и затем выводимого из него в кожух-сборник (расчётная производительность увлажнителя), равно 10–12 кг/ч.

По итогам расчётов предложенного варианта НОВ его можно рекомендовать к применению в установках кондиционирования воздуха, использующих систему рециркуляции воды.

Примечание: В приведённом расчёте не учитываются некоторые физические эффекты, положительно влияющие на достижение желаемого результата:

1. Понижение давления воздуха в рассматриваемом приповерхностном слое на наружной поверхности дополнительного цилиндра за счёт действия центробежных сил приводит к дополнительному увеличению эффекта вакуумирования приповерхностного ламинарного подслоя.

2. В предварительных расчётах также не рассматривается процесс распыления и доохлаждения воды, преодолевающей паровоздушную камеру и затем поступающей в кожух-сборник, в которых разбрызгиваемая вода вскипает, попадая на поверхности дополнительного цилиндра, вращающегося с наибольшей скоростью.

Рассмотрим более подробно возможность вакуумирования внутреннего объёма поддона — проанализируем дополнительные расчётные параметры (приведены в табл. 1) воздушного потока, пограничного с наружной поверхностью вращающегося с переменной частотой дополнительного цилиндра. В расчётах принимаем барометрическое давление воздуха $B = 101\,300$ Па.

Анализируя результаты расчёта, представленные в табл. 1, можно выделить три диапазона скоростей приповерхностного баротропного воздушного потока:

- 0–100 м/с — статическое давление в потоке воздуха практически равно барометрическому, $p_{ст} \approx 100$ кПа, температура кипения воды около 100 °С;
- 200–300 м/с — статическое давление в потоке воздуха уменьшается примерно на 25–50%, температура кипения воды понижается до 90–80 °С;
- 310–410 м/с (сверхзвуковой диапазон скоростей) — статическое давление в потоке воздуха очень быстро уменьшается (примерно на порядок) до значения $p_{ст} \approx 1000$ Па, температура кипения воды стремительно понижается с 70 до 7 °С.

Пограничный слой (подслой) воздуха толщиной в несколько миллиметров (или долей миллиметров) обладает способностью прилипания к контактной поверхности, в нём преимущественно проявляются свойства ламинарного вязкого взаимодействия замедленно перемещающихся внутри более тонких квазимолекулярных слоёв воздуха. Если окружная скорость наружной поверхности вращающегося дополнительного цилиндра по расчёту составляет, например, 400 м/с, то на наружной поверхности пограничного (заторможенного) слоя воздуха расчётную скорость принимают 99% (396 м/с) скорости поверхности цилиндра [4].



Ламинарный подслоя с противоположной от наружной цилиндрической стенки стороны контактирует (граничит) также с тонким, называемым турбулентным подслоем воздуха, в котором лишь частично проявляются вязкостные и в большей степени хаотичные пульсирующие вихревые турбулентные свойства движущегося воздушного потока.

В турбулентном пограничном подслое генерируются аэродинамические процессы «по Бернулли», способствующие вакуумированию воздуха, находящегося в ламинарном подслое. На расчётной границе ламинарного и турбулентного подслоев наблюдается наибольший градиент падения величины скорости воздуха (проскальзывания его слоёв).

Примечание: Столь значимые скоростные изменения можно наблюдать на границе струи паро-эжектора, создающего значительный вакуум в камере смешения, подключённой к испарителю паро-эжекторной холодильной машины.

Работоспособность струйных эжектирующих устройств (эжекторов, пульверизаторов, краскопультов, карбюраторов и т.д.) основана на известном законе Бернулли, что утверждается во многих источниках популярной и технической ли-

тературы [5]. Условную (расчётную) контактную границу между турбулентным и ламинарным подслоями воздуха над поверхностью дополнительного цилиндра с достаточной достоверностью можно отождествлять с наружной контактной границей высокоскоростной струи, образуемой в паровоздушном эжекторе.

Это предопределяет возможность эжектирования и удаления молекул воздуха и водяного пара из приповерхностного ламинарного подслоя (условно заменяющего камеру смешения эжектора), объединённого посредством паровоздушных каналов с внутренним объёмом поддона. Давление воздуха в этом подслое и в поддоне будет понижаться, а молекулы воздуха и пара будут перемещаться (инжектироваться) в турбулентный подслей и далее в установившийся турбулентный воздушный поток, обладающий меньшей (дозвуковой) скоростью.

По мере увеличения частоты вращения и, соответственно, окружной дозвуковой скорости наружной поверхности дополнительного цилиндра и при её достижении (а затем и превышении) величины скорости звука в воздухе аэродинамические процессы в приповерхностном слое принципиально изменяются.

•• Параметры воздушного потока*

табл. 1

| Скорость воздушного пограничного потока v (около окруж. скор. наружн. поверхн. доп. цилиндра), м/с | Расчётные величины | | $T_{кип}$ воды во вращающ. поддоне, $T_{кип} = f(p_{ст})$, °С | Частота вращения доп. цилиндра при $D_{нар} = 0,6$ м, мин ⁻¹ |
|--|---|--------------------|--|---|
| | $p_{дин} = 0,5\rho v^2$; $p_{дин} = B - p_{ст}$, Па | $(p_{дин}/B)100\%$ | | |
| 10 | 10 | 0,06 | 100 | 320 |
| 50 | 1500 | 1,5 | 99 | 1600 |
| 100 | 6000 | 5,9 | 97 | 3200 |
| 200 | 24 000 | 24 | 92 | 6350 |
| 300 | 54 000 | 53 | 80 | 9550 |
| 340 | 69 000 | 65 | 70 | 10 850 |
| 400 | 96 000 | 95 | 30 | 12 750 |
| 408 | 100 000 | 99 | 7 | 13 000 |
| 411 | 101 300 | 100 | ≈ 0 | 13 100 |

* Воздушного потока, пограничного с наружной поверхностью вращающегося дополнительного цилиндра, инициирующего кипение воды в поддоне (округлённые значения).

Ускоряющийся пристенный сверхзвуковой воздушный поток будет расширяться (в дозвуковом диапазоне скоростей наблюдается обратный эффект сжатия линий тока при увеличении скорости воздуха). При расчётных окружных скоростях движения наружной поверхности дополнительного цилиндра, способствующих вакуумированию внутреннего объёма поддона, и возникновению режима кипения воды (400–410 м/с) образуется «отсоединённый» от поверхности дополнительный цилиндр звуковой барьер в виде воображаемой коаксиально расположенной очень тонкой цилиндрической поверхности, разделяющей дозвуковую отдалённую от поверхности дополнительный цилиндр и сверхзвуковую приповерхностную с ней зоны с различающимися аэродинамическими (физическими) свойствами. Причём размер сверхзвуковой зоны имеет величину, соразмерную с толщиной пограничного ламинарно-турбулентного подслоя дозвукового воздушного потока, наблюдаемого при меньшей частоте вращения поддона.

Заметим также, что, проходя через турбулентный подслой, образованная паровоздушная смесь молекул направляется в зону с более высоким статическим давлением воздуха (как и в паровоздушном эжекторе) за счёт резкого падения (на порядок и более) кинетической энергии — торможения смеси молекул, изначально принадлежащих к смежным пограничным подслоям. Паровоздушная смесь из сверхзвуковой приповерхностной зоны должна «проскочить» при этом сквозь «барьерную воображаемую цилиндрическую поверхность» в дозвуковую воздушную зону. Далее статическое давление смеси уже в установившемся дозвуковом потоке внутри кожуха-сборника полностью сравнивается с атмосферным барометрическим давлением воздуха.

Перечислим также примечания (дополнения) к анализу рассматриваемых физических процессов:

1. Дополнительное положительное влияние на рассматриваемый процесс кипения воды оказывает возникающая при вращении поддона центробежная сила, обеспечивающая эффект сепарирования молекул, усиливающий перемещение (выдавливание) более лёгких молекул водяного пара в паровоздушные каналы, лавинообразно образующиеся в приповерхностном слое. Этот же эффект вытесняет присутствующие в воде парогазовые пузырьки, влияющие на инициирование процесса кипения, к открытой её поверхности, а также способствует обессоливанию поверхностного слоя воды.

2. На открытой поверхности вращающегося слоя воды в вакуумированном поддоне формируется её скользящее обтекание потоком воздуха и незначительное уплотнение. При этом возможен лишь незначительный нагрев и электризация (ионизация) слоёв воздуха, возникающие за счёт проявления сил вязкостного трения при движении воздуха вдоль условной пограничной цилиндрической поверхности с наибольшим относительным проскальзыванием относительно ламинарного подслоя [6]. Нагревание воздуха вызывает его расширение, что также способствует перемещению (удалению) парогазовых молекул в паровоздушные каналы.



Рассматриваемые варианты нетрадиционного охладителя воды отличаются простотой и компактностью конструкции, экологической чистотой, прогнозируемым незначительным удельным энергопотреблением. Высокие скорости взаимодействия воды и воздуха, доведение воды до кипения многократно интенсифицируют процесс теплообмена

3. Минимальные выступающие элементы паровоздушных каналов в зоне их входных отверстий над открытой поверхностью вращающейся в поддоне воды оказывают влияние на аэродинамические процессы, происходящие в приповерхностном парогазовом слое. Рациональная конфигурация выступающих элементов обеспечивает их плавное обтекание потоком воздуха, что стабилизирует ламинарный подслой и способствует образованию так называемой «аэродинамической тени» — зоны (вблизи входных отверстий) с дополнительно пониженным статическим давлением воздуха. Изменяя

и фиксируя высоту расположения над поверхностью воды выступающих элементов паровоздушных каналов или толщину вращающегося в поддоне слоя воды, можно осуществлять управление системой, то есть влиять на условия протекания аэродинамических процессов над её поверхностью. Фиксированное расположение входных отверстий паровоздушных каналов выполняет также и защитную роль — предотвращает образование чрезмерной (нерасчётной) массы толщины слоя воды во вращающемся поддоне.

Рассматриваемая конструкция НОВ со сдвоенными коаксиально расположенными цилиндрами (поддона и дополнительного цилиндра) позволяет оптимизировать прочностные и массогабаритные параметры быстровращающихся зафиксированных элементов охладителя и упростить их динамическую балансировку.

При создании кинематически развязанной конструкции НОВ предусматривается возможность вращения поддона с водой со значительно меньшей (в пятьдесят раз) частотой, чем применяемая для вращения дополнительного цилиндра, обеспечивающего необходимое вакуумирование внутреннего объёма поддона. Такая более сложная конструкция НОВ позволяет значительно уменьшить расчётные центробежные нагрузки при конструировании цилиндрического поддона.

Рассматриваемые варианты нетрадиционного охладителя воды отличаются простотой и компактностью конструкции, экологической чистотой, прогнозируемым незначительным удельным энергопотреблением. Высокие скорости взаимодействия воды и воздуха, доведение воды до кипения многократно интенсифицируют процесс теплообмена, при этом не происходит обычный для испарительных контактных аппаратов унос капельной влаги [7]. При эксплуатации НОВ возможно его эффективное применение при любой ориентации в пространстве. ●

1. Захаров Ю.В. Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины. Изд. 3-е, перераб. и доп. — СПб.: Судостроение, 1994. 504 с.
2. Патент РФ №2761699. МПК F28C 3/06, F24F 6/16. Охладитель воды центробежный / Ю.В. Мальгин. Патентообл.: Ю.В. Мальгин. Заявл.: 05.03.2021. Оpubл.: 13.12.2021. Бюл. №35.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. Изд. 5-е, перераб. и доп. — М.: Глав. ред. физ.-мат. лит.-ры изд-ва «Наука», 1978. 735 с.
4. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. — М.: Наука, 1974. 712 с.
5. Перельман Я.И. Занимательная физика. — М.: Центрполиграф, 2017. 256 с.
6. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. — М.-Л.: Машиностроение, 1969. 524 с.
7. А.с. СССР №1696817. МПК F24F 6/16. Способ изменения влагосодержания газа / Ю.В. Мальгин, Ю.Н. Цветков, И.М. Данилов. Заявит.: ЛТИХП. Заявл.: 23.11.1988. Оpubл.: 07.12.1991. Бюл. №45.



Решение вопроса удаления кондиционеров с фасадов зданий

Кондиционер — это прежде всего источник приятной прохлады жарким летом и неотъемлемое устройство комфорта в XXI веке. Конструктивно кондиционеры делятся на моноблоки и сплит-системы. Последние более популярны, так как для потребителя они эстетичнее и менее шумные. Сплит-системы состоят из двух блоков (внутреннего и внешнего), соединённых медными трубами. Внутренний расположен в помещении, наружный размещают на стене здания, как правило, возле окна. И это часто становится проблемой...

Установка кондиционеров на лицевой стороне жилых домов не всегда выглядит красиво, а иногда нарушает концепцию архитектурного решения фасада. При массовой установке оборудования на стене, обращённой во двор, страдает облик этой части фасада. Вопрос обостряется, если это объект исторического или культурного наследия.

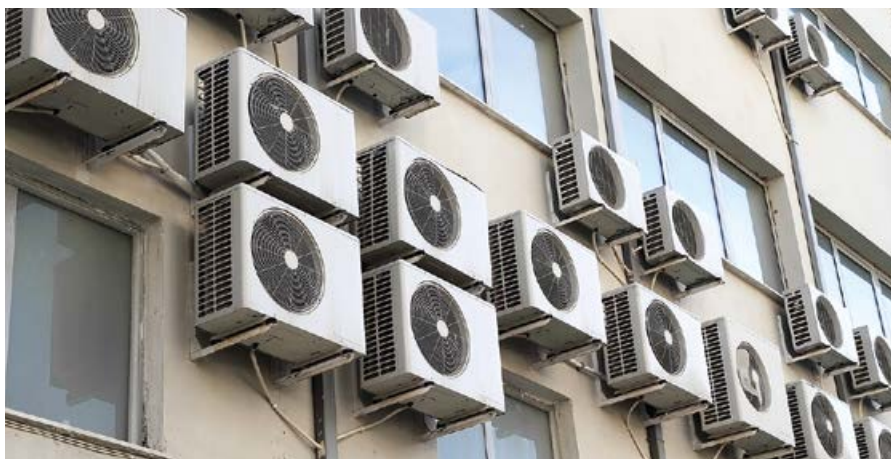
В Республике Беларусь существует отдельное постановление Совета Министров РБ от 16 мая 2013 года №384 с дополнением постановления Совета Министров от 9 марта 2015 года №180, регламентирующее процедуру изменения архитектурного облика фасадов зданий, в частности при установке антенн и кондиционеров. Согласно этим документам, установка кондиционеров производится после получения разрешения территориального подразделения архитектуры и градостроительства. Монтаж оборудования необходимо согласовывать, чтобы оно не портило облик здания. На цвет устанавливаемого оборудования также обращают внимание — он должен сочетаться с оттенком фасада, не выбиваясь из общей гаммы.

В Москве и Санкт-Петербурге для зданий, имеющих культурную или историческую ценность, включая жилые дома, установка кондиционеров разрешается только на дворовых фасадах. При этом активно обсуждается возможность ввести такое правило для всего жилого фонда.

Власти европейских стран также пытаются не допустить появления кондиционеров на фасадах и серьёзно зарегулировали процесс установки сплит-систем.

Например, согласно градостроительному кодексу Франции для установки кондиционера на фасад здания нужно подать заявку в мэрию города. Похожие ограничения действуют в Италии, где муниципалитеты в разных частях страны запретили устанавливать кондиционеры на фасадах зданий в центре города. Там, где прямых ограничений на монтаж сплит-систем нет, власти заставляют убрать кондиционер с фасада, если посчитают его угрозой архитектурной целостности города. А жалобы соседей на шум устройства могут стать причиной для судебного разбирательства.

Запрет на установку кондиционеров на внешних фасадах зданий действует также и в Латвии. В Риге, если монтаж сплит-системы требует вмешательства в конструктивные элементы здания, согласовывать установку придётся со строительным управлением. А если проведение серьёзных работ не требуется, владельцу квартиры нужно получить согласие общества (товарищества) собственников квартир и управляющего домом. Просто так не получится установить сплит-систему и в Испании. Согласно испанскому гражданскому кодексу, появление кондиционера на фасаде здания должен одобрить городской совет и сообщество жильцов.



Автор: А.Б. СУХОЦКИЙ, к.т.н.,
научный сотрудник ГК «Теплосила»

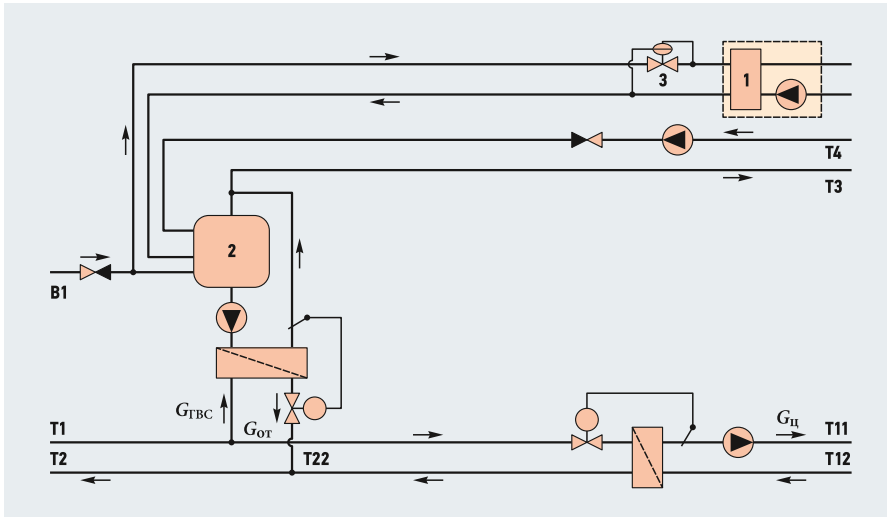


Рис. 1. Параллельное подключение кондиционера к системе ГВС (1 — пластинчатый водо-жидкостной теплообменник кондиционер; 2 — бак-аккумулятор системы ГВС; 3 — регулятор расхода)

Имеются альтернативы, которые активно используются в большинстве европейских стран:

- холодильные установки монтируются на крыше или специальных технических этажах, но это дороже, не для всех жителей удобно и возможно только в домах бизнес-класса;
- технические балконы с кондиционерами, но, поскольку фреоновые трубы получаются очень длинными, кондиционеры могут работать с перебоями;
- экран для кондиционера, корзина или короб.

Сотрудники ГК «Теплосила» предлагают оригинальное техническое решение, которое не только позволит убрать кондиционеры с фасадов домов, но и повысить энергоэффективность процесса охлаждения воздуха. Идея заключается в том, чтоб внешний блок сплит-системы, включающей конденсатор и компрессор, подключить к трубопроводу холодного водоснабжения и поместить в технологическую шахту. Для этого конденсатор необходимо заменить на пластинчатый водо-жидкостный теплообменник 1, водо-

провод из конденсатора подсоединить к баку-аккумулятору 2, например, параллельной системы горячего водоснабжения (рис. 1). Постоянный расход холодной воды через теплообменник можно поддерживать с помощью регулятора расхода или регулятора перепада давления 3.

Достоинства этой схемы следующие — охлаждение воздуха происходит за счёт теплоносителя с высокой теплоёмкостью и теплоотдачей, с постоянной низкой температурой 5–7 °С; тепло вентилируемого воздуха полезно используется в системе горячего водоснабжения; шум работы компрессора поглощается в технологической шахте; кондиционер не портит внешний вид фасада здания. Увеличение стоимости системы горячего водоснабжения

Увеличение стоимости системы горячего водоснабжения за счёт установки бака-аккумулятора и дополнительной гидравлической арматуры частично компенсируется уменьшением размера теплообменника ГВС

ния за счёт установки бака-аккумулятора и дополнительной гидравлической арматуры частично компенсируется уменьшением размера теплообменника горячего водоснабжения, который будут определять не по максимальному, а по среднему расходу горячей воды.

Оценим габариты конденсатора и мощность кондиционера с помощью приблизительного расчёта для квартиры панельного дома площадью 93 м² (объём помещений V = 232 м³), шесть жителей, потребление горячей воды — 12 м³ в месяц. Расход горячей воды составит

$$G_{ГВС} = 12\,000 / (30 \times 18) = 22,2 \text{ кг/ч}$$

(принято, что система кондиционирования работает 18 ч в сутки). Температура холодной воды — 7 °С, нагрев воды до 40 °С.

Тогда определим среднее значение охлаждения воздуха при коэффициенте инфильтрации $n = 1$:

$$\Delta t_{\text{возд}} = \frac{c_{\text{вод}} G_{\text{вод}} \Delta t_{\text{вод}}}{c_{\text{возд}} G_{\text{возд}}} \left(1 - \frac{1}{\phi}\right) = \frac{4186 \times 22,2 \times 33}{1000 \times 280} \times 0,75 = 8,2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

где $G_{\text{возд}} = Vn\rho_{\text{возд}} = 232 \times 1 \times 1,2 = 280 \text{ кг/ч}$ (плотность воздуха $\rho_{\text{возд}}$ принимаем равным 1,2 кг/м³); $c_{\text{вод}}$ — теплоёмкость воды, 4186 Дж/(кг·°С); $c_{\text{возд}}$ — теплоёмкость воздуха, 1000 Дж/(кг·°С); ϕ — коэффициент преобразования кондиционера ($\phi = 4,0$).

При величине коэффициента теплоотдачи $k = 5000 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ площадь поверхности теплообмена конденсатора составит величину:

$$F = \frac{c_{\text{вод}} G_{\text{вод}} \Delta t_{\text{вод}}}{k \Delta t_{\text{л}}} = \frac{4186 \times 22,2 \times 33}{5000 \times 5 \times 3600} = 0,034 \text{ м}^2,$$

где $\Delta t_{\text{л}} = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$ — логарифмический перепад температур теплоносителей в теплообменнике.

При характерном коэффициенте компактности пластинчатых теплообменников 200 м²/м³ получим габаритный объём конденсатора кондиционера $0,034/200 = 0,00017 \text{ м}^3 = 170 \text{ см}^3$.

Таким образом, теплообменник обладает незначительным размером и может свободно поместиться в технологической шахте, а кондиционер способен обеспечить достаточное охлаждение воздуха. ●



Декоративная корзина для размещения кондиционера на фасаде здания

1. Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. — М.: Изд-во физ.-мат. лит-ры, 2003. 272 с.
2. Дегтяренко А.В. Теплоснабжение. — Томск: Изд-во ТГАСУ, 2010. 185 с.
3. Коваленко Л.М., Глушков А.Ф. Теплообменники с интенсификацией теплоотдачи. — М.: Энергоатомиздат, 1986. 240 с.
4. Портал «Пик Медиа». Режим доступа: master-pik-media.rcoast.ru. Дата обрац.: 10.03.2022.

Эффективность гигрорегулируе- мых приточных устройств

В этой работе оценивается эффективность гигрорегулирования на приточных устройствах (оконных и стенных клапанах). Рассматривается производительность при комбинации режимов работы приточных клапанов.

В борьбе за энергоэффективность систем вентиляции частым решением является применение систем с регулируемым переменным расходом воздуха (адаптивная вентиляция). Для многоквартирных жилых домов с естественным притоком это выражается в применении гигрорегулируемых приточных клапанов (далее — ПК). Но так ли они эффективны? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо произвести расчёты.

Выполним расчёт воздухообмена при следующих исходных данных: город Москва; тип квартиры — студия; общая площадь — 26,8 м², жилая — 15,72 м²; высота потолков — 2,7 м; электрическая плита; проживает семейная пара без детей. Приток воздуха — естественный, задаёмся перепадом давления — 10 Па.

Расчёт выполним с учётом требований [1]. В результате значение расхода приточного воздуха составит 85 м³/ч.

Выполним расчёт воздухообмена при исходных данных: город Москва; студия; общая площадь — 26,8 м², жилая — 15,72 м²; высота потолков — 2,7 м; электроплита; проживает семейная пара без детей

Влаговыведения мужчиной в состоянии покоя, в соответствии с табл. 2.2 [5] (при температуре воздуха в помещении +20 °С), составляют 40 г/ч, женщиной — 34 г/ч (85 % от влаговыведений мужчины), итого суммарно — 74 г/ч.

Построим графики производительности клапанов для января. Согласно [6], средняя температура составляет -6,7 °С, относительная влажность равна 85 %. В соответствии с [3] строим график производительности одного приточного клапана в режиме «гигрорегулирование» при

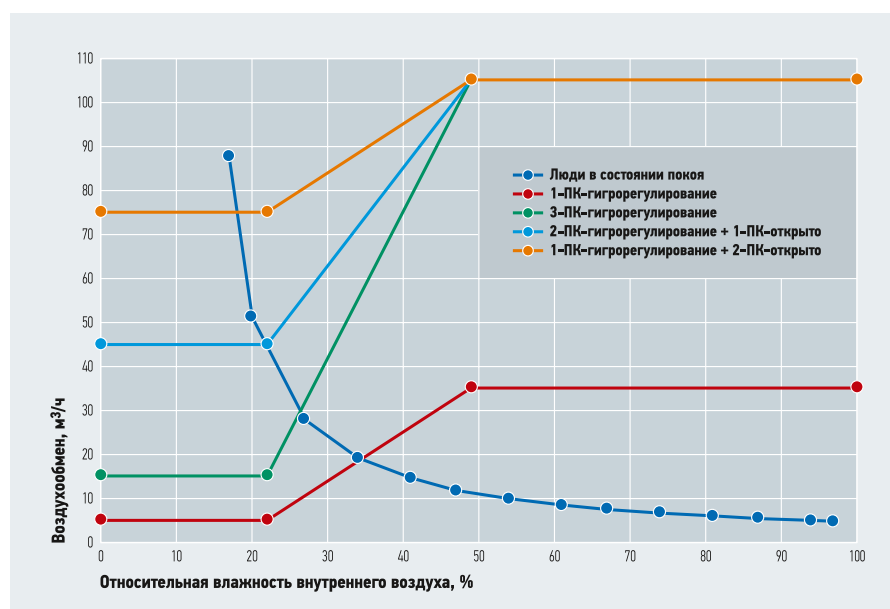


Рис. 1. Производительность приточных клапанов в январе

В соответствии с требованиями [2] (пп. 7.1.7 и 7.1.12 совместно с п. 7.4.2) подбираем приточные клапаны с обеспечением суммарного расхода через них не менее 85 м³/ч. Принимаем к установке три оконных клапана, обеспечивающих расход в диапазоне 5–35 м³/ч и имеющих три режима работы: «прикрыто» (минимальный приток воздуха), «гигрорегулирование» (расход зависит от влажности внутреннего воздуха и температуры наружного) и «открыто» (максимальный приток воздуха) [3].

Качество воздуха оказывает значительное влияние на сон [4]. Рассмотрим работу приточных гигрорегулируемых устройств в случае нахождения семейной пары в квартире в состоянии сна.

температуре наружного воздуха -10 °С (с запасом) — 1-ПК-гигрорегулирование (показано на рис. 1). Строим зависимости:

- суммарной производительности для трёх клапанов в режиме «гигрорегулирование» — 3-ПК-гигрорегулирование;
- суммарной производительности для двух клапанов в режиме «гигрорегулирование» и одного клапана в режиме «открыто» — 2-ПК-гигрорегулирование + 1-ПК-открыто (в режиме «открыто» производительность клапана составляет 35 м³/ч);
- суммарной производительности для одного клапана в режиме «гигрорегулирование» и двух клапанов в режиме «открыто» — 1-ПК-гигрорегулирование + 2-ПК-открыто.

Воздухообмен в помещении по месяцам

табл. 1

| Месяц | Нормативный воздухообмен, м³/ч | Средняя температура наружного воздуха, °С | Средняя относительная влажность наружного воздуха, % | Температура воздуха в помещении, °С | Расход воздуха через различные комбинации приточных клапанов при влаговыведениях в состоянии покоя, м³/ч | | | | |
|----------|--------------------------------|---|--|-------------------------------------|--|--------------------------|---|---|--------------|
| | | | | | 1-ПК-гигро-регулирование | 3-ПК-гигро-регулирование | 2-ПК-гигро-регулирование + 1-ПК-открыто | 1 ПК-гигро-регулирование + 2 ПК-открыто | 3-ПК-открыто |
| Январь | 85 | -6,7 | 85 | 20 | 19 | 30 | 45 | 75 | 105 |
| Февраль | 85 | -6,2 | 81 | 20 | 19 | 30 | 45 | 75 | 105 |
| Март | 85 | -0,8 | 74 | 20 | 18 | 29 | 45 | 75 | 105 |
| Апрель | 85 | 6,9 | 66 | 20 | 23 | 45 | 59 | 80 | 105 |
| Май | 85 | 13,5 | 66 | 13,5 | 35 | 105 | 105 | 105 | 105 |
| Июнь | 85 | 17,2 | 69 | 17,2 | 35 | 105 | 105 | 105 | 105 |
| Июль | 85 | 20,1 | 72 | 20,1 | 35 | 105 | 105 | 105 | 105 |
| Август | 85 | 17,8 | 75 | 17,8 | 35 | 105 | 105 | 105 | 105 |
| Сентябрь | 85 | 11,9 | 80 | 11,9 | 35 | 105 | 105 | 105 | 105 |
| Октябрь | 85 | 5,9 | 82 | 20 | 26 | 52 | 67 | 84 | 105 |
| Ноябрь | 85 | 0,1 | 85 | 20 | 20 | 34 | 52 | 75 | 105 |
| Декабрь | 85 | -4,0 | 86 | 20 | 21 | 36 | 53 | 76 | 105 |

Строим график зависимости влажности воздуха в помещении в зависимости от воздухообмена помещения («люди в состоянии покоя»). Для этого воспользуемся формулой Г.3 [2].

При отсутствии местных отсосов зависимость выглядит так:

$$L = \frac{W}{\rho_v(d_l - d_{in})},$$

где L — расход приточного воздуха, м³/ч; W — суммарные влаговыведения от проживающих людей (которые были определены в 74 г/ч); ρ_v — плотность воздуха (1,2 кг/м³ при температуре в помещении 20 °С); d_l — влагосодержание воздуха, удаляемого из помещения, г/кг; d_{in} — влагосодержание воздуха, подаваемого в помещение, г/кг (по $i-d$ -диаграмме при температуре -6,7 °С и относительной влажности 85 % получаем значение в 1,8 г/кг).

Задаваясь значением d_l , получаем расход приточного воздуха. При известной

температуре (20 °С) и по принимаемому значению d_l непосредственно по $i-d$ -диаграмме получим значение относительной влажности воздуха.

Информация о воздухообмене по месяцам представлена в табл. 1.

Из представленных данных следует, что клапаны в режиме «гигрорегулирование» обеспечивают нормированный воздухообмен в помещении только в тёплый период года. В холодный период года воз-



духообмен не соответствует нормативному. Комбинирование клапанов с режимом «открыто» и с режимом «гигрорегулирование» будет эффективно в строго определённых условиях.

Данный расчёт выполнен для студии как наиболее простого варианта. Расчёт для квартир с комнатами более сложен ввиду вариативности условий. Наиболее оптимальным решением было бы проведение натурных испытаний гигрорегулируемых клапанов в эксплуатируемых зданиях. К сожалению, на данный момент информация об испытаниях данного оборудования в России отсутствует [7].

Выводы

Согласно расчётам, в Москве и Московской области приточные устройства в режиме «гигрорегулирование» не обеспечивают нормативный воздухообмен. Очевидно, что необходимо применять иные способы регулирования. ●



- СП 54.13330.2016. Здания жилые многоквартирные. Актуализ. ред. СНиП 31-01-2003 (с Изм. №1-3) / Дата введ.: 04.06.2017.
- СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализ. ред. СНиП 41-01-2003 / Дата введ.: 01.07.2021.
- Приточные устройства Aereco. Рекомендации по применению (ver. 25.08.2015). — М.: АО «Аэрэко», 2016. 21 с.
- Ström-Tejsten P, Zukowska D, Wargocki P, Wyon D.P. The effects of bedroom air quality on sleep and next-day performance. Indoor Air. Vol. 26. Issue 5. Pp. 679–686.
- Внутренние санитарно-технические устройства: справочник проектировщика. В 3 ч. Ч. 3: Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1. Изд. 4-е, перераб. и доп. / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. — М.: Стройиздат, 1992. 319 с.
- Погода в городе Москве [Электр. текст]. Weather-Archive. Режим доступа: weatherarchive.ru. Дата обрац.: 10.03.2022.
- Шилкин Н.В., Шонина Н.А., Миллер Ю.В. Возможности энергосбережения в системах с регулируемой естественной вентиляцией // Энергосбережение, 2018. №2. С. 16–25.



Преобразование отходов лесопереработки в водород методом двухстадийного пиролиза

В соответствии с мировой тенденцией к декарбонизации современной экономики, возникшей вследствие опасности глобального изменения климата, возрос интерес к развитию водородной энергетики. Опасность заключается в приросте глобальной средней температуры, вызванной выбросами в окружающую среду парниковых газов, являющихся продуктами сжигания и химических превращений ископаемых топлив. Водород — один из наиболее многообещающих источников энергии, который может ограничить глобальные выбросы парниковых газов. К существующим способам производства водорода относятся паровой реформинг метана, газификация угля и биомассы, электролиз с использованием «зелёного» электричества, а также получение водорода как побочного продукта на нефтехимических комплексах [1].

В настоящее время 96% всего потребляемого водорода производится на основе схем с использованием ископаемого топлива, что приводит к выбросам диоксида углерода и других парниковых газов [2]. Производство «зелёного» водорода электролизом воды с использованием возобновляемой энергии хотя и образует «зелёные» H_2 и O_2 , является энергоёмким и имеет высокие производственные затраты по сравнению с существующими системами получения H_2 [3]. Термохимическое преобразование растительной биомассы, включая газификацию и пиролиз, имеет ряд значительных пре-

имуществ. Во-первых, биомасса является углерод-нейтральным сырьём, поскольку выделяемый CO_2 в процессе получения водорода из биомассы используется во время фотосинтеза для роста растений. Во-вторых, лигноцеллюлозная биомасса, такая как древесина, побочные продукты лесопереработки, деревообработки, сельскохозяйственные отходы, включая растительные остатки и отходы агропромышленного комплекса, широко распространены и легкодоступны. Помимо этого, они являются побочными продуктами и подлежат утилизации. Таким образом, использование биомассы в качестве сырья для производства водорода решает другую экологическую проблему, связанную с утилизацией отходов.

В настоящее время 96% всего потребляемого водорода производится на основе схем с использованием ископаемого топлива, что приводит к выбросам диоксида углерода и других парниковых газов

Согласно статистике, за 2019 год в России при переработке древесины было образовано 5924,385 тыс. тонн отходов [4]. Поскольку отходы не могут перерабатываться централизованно, они являются значительным ресурсом для энергетики местного назначения. В России около

Рецензия эксперта на статью получена 15.03.2022 [The expert review of the article received on Mart 15, 2022].

УДК 66.092-977; 662.63; 662.769.2. Научная специальность: 05.14.01; 05.14.08.

Преобразование отходов лесопереработки в водород методом двухстадийного пиролиза

В. М. Зайченко; Ю. М. Фалева, [Объединённый институт высоких температур Российской академии наук \(ОИВТ РАН, г. Москва\)](#)

В статье представлено исследование коры различных деревьев в качестве сырья для производства синтез-газа с высоким содержанием водорода методом двухстадийной пиролитической конверсии. Перспективными материалами для производства водорода данным методом являются кора берёзы и кора осины. Кора сосны, кора ели, кора клёна, кора тополя дают равное содержание водорода и окиси углерода в синтез-газе.

Ключевые слова: возобновляемая энергия, водород, синтез-газ, пиролиз.

UDC 66.092-977; 662.63; 662.769.2. The number of scientific specialty: 05.14.01; 05.14.08.

Conversion of wood industry waste into hydrogen by two-stage pyrolysis

V. M. Zaichenko, Yu. M. Faleeva, [Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences \(JIHT, Moscow city\)](#)

The article presents a study of the bark of various trees as a raw material for the production of synthesis gas with high hydrogen content by the method of two-stage pyrolytic conversion. Birch bark and aspen bark are promising materials for hydrogen production by this method. Pine bark, spruce bark, maple bark, poplar bark give equal content of hydrogen and carbon monoxide in synthesis gas.

Key words: renewable energy, hydrogen, synthesis gas, pyrolysis.



70 % территории, на которой проживают около 20 млн человек, не имеющих централизованного энергоснабжения. Обеспечение энергоснабжения этих территорий, либо территорий, для которых недостаточно сетевого обеспечения, является главной задачей развития распределённого энергоснабжения. Организация надёжной распределённой генерации позволит снабжать автономные территории необходимыми тепловой и электроэнергией, а также способствовать их экономическому развитию, создавая рабочие места.

Существующие способы термической конверсии биомассы в газ в зависимости от подачи кислорода классифицируются на газификацию и пиролиз. Газификация — это термохимическое преобразование твёрдого топлива (например, биомассы) в присутствии газифицирующего агента с образованием синтез-газа. В качестве окислительного агента могут служить кислород, воздух, углекислый газ или паровоздушная смесь. Продуктами газификации являются смесь газов (азот, монооксид углерода, водород, двуокись углерода, метан) и водяной пар. Продукты в своём составе также имеют определённое количество конденсируемых органических соединений (смол), что создаёт серьёзную проблему для дальнейшего использования синтез-газа по практическим и экологическим причинам. Использование схем с очисткой газа от жидкой фракции требует значительного усложнения и удорожания процесса. Кислородная газификация даёт более «чистый» газ, содержащий больше H_2 и меньше азота и смолы. Однако стоимость кислорода делает процесс слишком дорогим для реализации в промышленных масштабах [5]. Пиролиз — разложение биомассы при более низких температурах и без окислителя. Продуктами пиролиза также являются смесь неконденсируе-

мых газов, угольный остаток (биоуголь) и жидкая фракция (вода, смолы, различные кислоты, спирты, фенолы и фураны). Поскольку целевыми продуктами пиролиза в зависимости от параметров являются жидкая фракция или биоуголь, выход пиролизного газа сравнительно ниже, чем при газификации.

В Объединённом институте высоких температур РАН разработана технология двухстадийной термической конверсии биомассы, позволяющая преобразовывать жидкие продукты пиролиза в синтез-газ, увеличивая его выход [6]. На первом этапе происходит пиролиз биомассы с образованием биоугля и парогазовой смеси, состоящей из неконденсируемых газов и жидкой фракции в парообразном состоянии. На втором этапе одновремен-

Способы термической конверсии биомассы в газ в зависимости от подачи кислорода классифицируются на газификацию и пиролиз. Газификация — это термохимическое преобразование твёрдого топлива (биомассы) в присутствии газифицирующего агента с образованием синтез-газа



но протекают гомо- и гетерогенные процессы: крекинг смол и летучих продуктов и газификация биоугля под действием этих окислителей при $1000\text{ }^\circ\text{C}$. В отличие от традиционного процесса газификации, этот метод термохимической конверсии не требует подачи внешнего окислителя. Результатом является высокая степень конверсии биомассы и бездымный синтез-газ, содержание смол в котором не превышает $30\text{--}40\text{ мг/м}^3$.

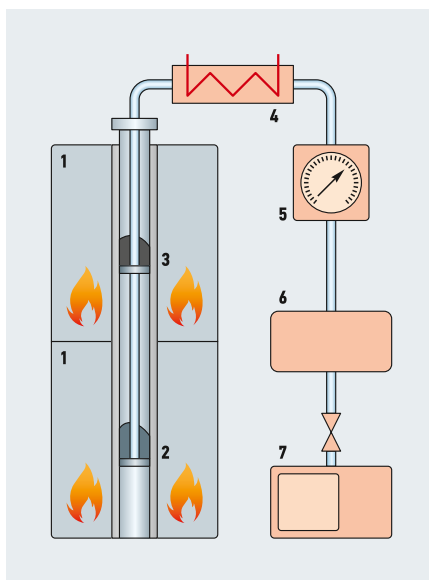
В предыдущих работах были выполнены многочисленные экспериментальные исследования по переработке различных видов отходов растительного происхождения (отходы сельского хозяйства и деревообрабатывающей промышленности) с целью изучения состава синтез-газа [7, 8]. Было обнаружено, что образующаяся смесь газов на $96\text{--}99\text{ об.}\%$ состоит из H_2 и CO . При этом отношение объёмных долей этих газов H_2/CO варьируется в пределах $0,9\text{--}3$ в зависимости от вида биомассы. Выход синтез-газа составил $1,1\text{--}1,4\text{ м}^3/\text{кг}$. Таким образом, при переработке некоторых видов растительных отходов данным методом можно будет получать синтез-газ, который на $\frac{3}{4}$ состоит из водорода.

В данной работе были проведены исследования по переработке коры следующих деревьев: берёзы, осины, тополя, клёна, сосны и ели. Кора является крупным отходом лесной промышленности, поскольку составляет значительную долю (от 6 до 25 %) от общего объёма дерева, а окорка древесины — обязательный процесс её обработки перед дальнейшим использованием. Согласно данным Росстата за 2020 год, в нашей стране было произведено 141 млн плотных кубометров необработанных лесоматериалов [9]. Нетрудно посчитать, что количество ежегодно образующейся коры варьируется в пределах от нескольких миллионов до нескольких десятков миллионов кубометров. При этом на многих предприятиях по переработке древесины кора является обременительным отходом, то есть не имеет дальнейшего пути использования. Разрабатываемый подход утилизации коры в энергетических целях позволит решить эту проблему. Кора по сравнению с сердцевиной и заболонью дерева отличается по химическому составу, содержит большее количество лигнина и меньше — целлюлозы [10]. Именно из коры берёзы в предыдущих исследованиях [7] было получено отношение H_2/CO , равное 3,0. Собранные для исследования образцы коры различных деревьев были вымыты и высушены при температуре $103 \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ до содержания влаги $1\text{--}2\%$.

Экспериментальные данные получены на лабораторной установке, схема которой представлена на рис. 1. Реактор выполнен в виде трубы диаметром 37 мм и высотой 850 мм. В нижней и верхней половине реактора установлены чаши для размещения исследуемого материала (зона пиролиза 2) и биоугля (зона газификации 3). Реактор размещён в двухсекционной печи 1, оборудованной двумя автономными нагревателями. Перед экспериментом установку продували аргоном для обеспечения инертной среды. В начале эксперимента зону крекинга нагревали до температуры $1000 \pm 5^\circ\text{C}$, которую поддерживали далее на постоянном уровне. Установку ещё раз продували аргоном, поддерживая температуру 105°C в нижней секции. Затем температуру в зоне пиролиза повышали до 1000°C со скоростью $7^\circ\text{C}/\text{мин}$.

Температура в зонах пиролиза и газификации контролировалась при помощи термопар. Проходя через теплообменник 4, выделявшаяся смесь газов охлаждалась. Объём синтез-газа измерялся в газовом счётчике 5. После эксперимента собранный в газгольдере 6 синтез-газ подавался в анализатор газа 7 (Vario Plus Industrial, MRU GmbH) для определения состава.

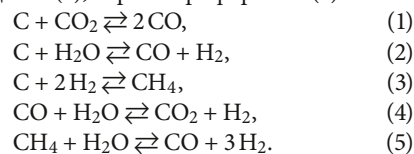
В табл. 1 приведены результаты двухстадийной термической конверсии коры различных деревьев: компонентный состав полученного синтез-газа, его выход, низшая теплота сгорания. Как видно из табл. 1, отношение H_2/CO варьируется в диапазоне 1,1–3,9, при этом максимальное отношение (3,9) соответствует переработке берёзовой коры. Далее по убыванию следует кора осины (2,1), остальные виды коры имеют одинаковое отношение H_2/CO (1,1). Вместе с тем доля водорода в полученном синтез-газе из коры берёзы и осины близки по процентному значению (66,77 и 65,06 об. %, соответственно). Расхождение почти вдвое в отношении H_2/CO для берёзы и осины возникает из-за процентного содержания CO в полученном газе (17,31 и 30,6 об. %). Однако стоит отметить, что выход синтез-газа из берёзовой коры несколько ниже, чем



•• Рис. 1. Схема экспериментальной установки (1 — печь; 2 — зона пиролиза; 3 — зона газификации; 4 — теплообменник; 5 — газовый счётчик; 6 — газгольдер; 7 — анализатор газа)

из коры осины (1,22 и $1,37 \text{ м}^3/\text{кг}$). Таким образом, если посчитать абсолютное значение количества водорода в газе, получится, что объём водорода из коры осины несколько превышает аналогичный показатель для коры берёзы.

Существенным отличием синтез-газа из берёзовой коры является высокое содержание метана (15,59 об. %). Это говорит о том, что часть элементарного водорода, содержащегося в исходном материале, перешла в CH_4 . После первичного разложения материала в зоне пиролиза, основными реакциями, происходящими на второй стадии процесса, можно считать гомогенные и гетерогенные реакции: реакция Будуара (1), паровая газификация (2), газификация водорода (3), конверсия водяного пара или реакция сдвига (4), паровой риформинг (5):



Присутствие метана в газе свидетельствует о гетерогенной реакции взаимодействия водорода с углеродом биоугля [реакция по формуле (3)]. Тем не менее, если создать условия, в которых весь элементарный водород исходной биомассы превращался бы в H_2 , можно увеличить отношение H_2/CO в синтез-газе.

Выводы

Исследование синтез-газа, полученного методом двухстадийного пиролиза коры различных деревьев, позволяет сделать вывод о целесообразности дальнейшего изучения параметров процесса и поиска других видов растительной биомассы, выход газа из которых был бы столь же богат водородом, как из коры берёзы и осины. Предстоящее изучение состава исходной биомассы и создание модели процесса с использованием теоретических расчётов откроет новые возможности для производства водорода из различных видов растительных отходов в стране. ●

Исследование синтез-газа, полученного методом двухстадийного пиролиза коры различных деревьев, позволяет сделать вывод о целесообразности дальнейшего изучения параметров процесса и поиска других видов растительной биомассы со столь же богатым выходом газа

•• Характеристика синтез-газа из коры различных деревьев

табл. 1

| Материал | Содержание газов, об. % | | | | H_2/CO | Выход газа, $\text{м}^3/\text{кг}$ | Низшая теплота сгорания при 25°C , $\text{МДж}/\text{м}^3$ |
|---------------------|-------------------------|-------------|--------------|---------------|------------------------|------------------------------------|--|
| | CO_2 | CO | H_2 | CH_4 | | | |
| Кора берёзы | 0,34 | 17,31 | 66,77 | 15,59 | 3,9 | 1,22 | 13,96 |
| Кора осины | 0,33 | 30,60 | 65,06 | 4,01 | 2,1 | 1,37 | 11,48 |
| Кора сосны | 1,26 | 46,87 | 51,34 | 0,53 | 1,1 | 1,24 | 10,86 |
| Кора ели | 1,75 | 45,64 | 52,14 | 0,47 | 1,1 | 1,24 | 10,77 |
| Кора клёна молодого | 1,22 | 47,18 | 51,19 | 0,41 | 1,1 | 1,30 | 10,84 |
| Кора клёна старого | 2,06 | 47,43 | 50,00 | 0,52 | 1,1 | 1,26 | 10,78 |
| Кора тополя | 1,64 | 46,29 | 51,60 | 0,47 | 1,1 | 1,27 | 10,80 |

- Seo S.-K., Yun D.-Y., Lee C.-J. Design and optimization of a hydrogen supply chain using a centralized storage model. *Applied Energy*. 2020. Vol. 262.
- Kumar S.S., Himabindu V. Hydrogen production by PEM water electrolysis — A review. *Materials Science for Energy Technologies*. 2019. Vol. 2. No. 3. Pp. 442–454.
- Kazi M.-K., Eljack F., El-Halwagi M.M. et al. Green hydrogen for industrial sector decarbonization: costs and impacts on hydrogen economy in Qatar. *Computers & Chemical Engineering*. 2021. Vol. 145.
- От массового потребления к массовой цикличности: переработка вторичной древесины как одно из направлений развития ЛПК [Электр. текст]. PR-агентство MediaWood. Режим доступа: mediawood.ru. Дата обращения: 12.03.2022.
- Lepage T., Kammoun M., Schmetz Q. Biomass-to-hydrogen: A review of main routes production, processes evaluation and techno-economical assessment. *Biomass and Bioenergy*. 2021. Vol. 144.
- Zaichenko V.M., Sytchev G.A., Faleeva Y.M. Fuels derived from papermaking and coffee wastes. *Coke and Chemistry*. 2019. Vol. 62. No. 11. Pp. 539–543.
- Зайченко В.М., Фалеева Ю.М. Получение синтез-газа из различных видов биомассы / Энергосбережение — теория и практика: Труды IX Межд. школы-семинара молодых учёных и специалистов (Москва, 5–12 октября 2018 г.). — М.: Изд-во МЭИ, 2018. 576 с.
- Лавренов В.А., Ларина О.М., Синельщиков В.А. и др. Двухстадийная пиролизическая конверсия различных видов биомассы в синтез-газ // Теплофизика высоких температур, 2016. Т. 54. №6. С. 950–956.
- Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. Производство необработанной древесины в РФ (годовые данные с 2017 г.) [Электр. текст]. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Режим доступа: rosstat.gov.ru. Дата обращения: 15.03.2022.
- Nosek R., Holubicik M., Jandacka J. The impact of bark content of wood biomass on biofuel properties. *BioResources*. 2016. No. 11. Pp. 44–53.

References — see page 80.

**18-21 мая 2022,
г. Ростов-на-Дону**

Международный форум



ARWE 2022
CONGRESS & EXPO

**ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ
ЭНЕРГЕТИКА**

**особенности российского
энергоперехода**



Целесообразность применения ВЭУ при энерго-снабжении нефтегазодобывающей платформы в Каспийском море

Для сохранения комфортной жизни на нашей планете необходимо стремиться к снижению вредных выбросов в атмосферу, внедрению низкоуглеродных технологий и альтернативной энергетики с целью стабильного развития мировой экономики и снижения внешних климатических угроз в будущем.

Россия обладает огромным потенциалом развития оффшорной ветроэнергетики. Несомненное преимущество использования ветроэнергетических установок (ВЭУ) состоит в том, что их можно расположить в море вблизи крупного промышленного объекта (в нашем случае буровой платформы), решив тем самым проблему доставки топлива и передачи электрической энергии по сетям (подводным кабелям). Это обеспечит значительную экономию финансовых средств и улучшит экологическую ситуацию. В настоящий момент можно констатировать, что внедрение ВИЭ на морские платформы — это важный шаг на пути к снижению затрат в морской ветроэнергетике, который позволит нефтяным морским платформам быть самогенерирующими, энергонезависимыми и экологичными объектами.

Целью данной работы является анализ возможности применения ветроэнергетических установок в качестве распределённой генерации для энергоснабжения нефтегазодобывающей платформы в Каспийском море. Перечислим также задачи работы: изучить текущую ситуацию с энергоснабжением морских объектов, определить актуальность проблемы генерации энергии, задать и проанализировать показатели, которые демонстрируют характер применения морской ветроэнергетики, а также произвести расчёт

комплексной энергосистемы с ВЭУ в программном обеспечении Homer Pro и дать оценку полученным результатам.

Активному использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) содействовал запрос всего человечества на предотвращение негативных последствий климатических изменений, что привело к формированию высокого спроса на безуглеродные технологии. Во всём мире наблюдается постоянное совершенствование технологических решений, снижение стоимости оборудования и строительства в области ВИЭ.

Внедрение ВИЭ-генерации в структуру энергоснабжения РФ позволит решить несколько вопросов: будут исполнены принятые обязательства по снижению выбросов парниковых газов, удалённые регионы страны могут быть обеспечены надёжными локальными источниками энергии, развитие науки и промышленности получит мощный стимул, появятся благоприятные условия для привлечения инвестиций. Россия располагает колоссальным потенциалом по всем видам ВИЭ, использование которых позволит занять достойное место на глобальном рынке новой энергетики. Важно отметить, что 2/3 территории нашей страны являются зонами децентрализованного энергоснабжения, осуществляемого за счёт материально изношенного оборудования.



Фото: ОАО «ТЭК», tmk-youtuber.ru

♦♦ ППУ «Северное сияние» на Ленинградском газоконденсатном месторождении (Карское море)

Автор: А.Л. БИРЮКОВА, магистрант, Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

С точки зрения биологии и экологии, переход к альтернативной энергетике является лучшим вариантом развития для человека и для природы. Серьёзные экологические проблемы — локальные климатические изменения и глобальное потепление в целом — уже всерьёз угрожают всей биосфере нашей планеты. Также в скором будущем в России, как и в других странах, ожидается введение налога на выбросы углерода (углеродный налог). Это — одни из самых актуальных вопросов, наталкивающих на мысль о реализации ВИЭ на многих объектах.

Одним из возможных вариантов экономии топливно-энергетических ресурсов и уменьшения количества выбросов парниковых газов является использование оффшорных ветроэнергетических установок для работы нефтегазодобывающих платформ. Также это поможет решить важнейшую проблему — энергоснабжение в море. Обеспечение энергией объекта вдали от берега и в непростых климатических условиях — мероприятие достаточно сложное в части логистики, затратное в части экономики и неэкологичное для некоторых вариантов генерации.

На данный момент энергоснабжение морских буровых платформ происходит тремя способами: генерация электроэнергии на месте с помощью газовых турбин; получение электроэнергии с берега по подводным кабелям; использование дизельных генераторов, для которых необходимо доставлять топливо с берега [1].

Принцип работы морской ВЭУ (рис. 1) ничем не отличается от наземной, разница лишь в условиях эксплуатации. Оффшорные ветроэнергетические турбины должны иметь повышенную защиту от агрессивной среды, то есть от солёной воды, что определяет некоторые требования к используемым материалам [2].

Морская ветровая турбина устанавливается на фундамент. Набегающий ветряной поток под действием аэродинамических сил вращает лопасти, которые механически связаны коробкой передач (мультипликатором) и генератором, расположенными в гондоле. Генератор вырабатывает электроэнергию, передаваемую по подводным кабелям сначала на оффшорный трансформатор, а затем на береговую подстанцию или сразу на объект потребления (буровая платформа).

Согласно требованиям к посадочным вертолётным площадкам, планируемая ВЭУ должна находиться не менее чем в 50 м от стационарного места приземления воздушного судна. Причём это расстояние должно быть рассчитано с учётом размера лопастей ветротурбины.

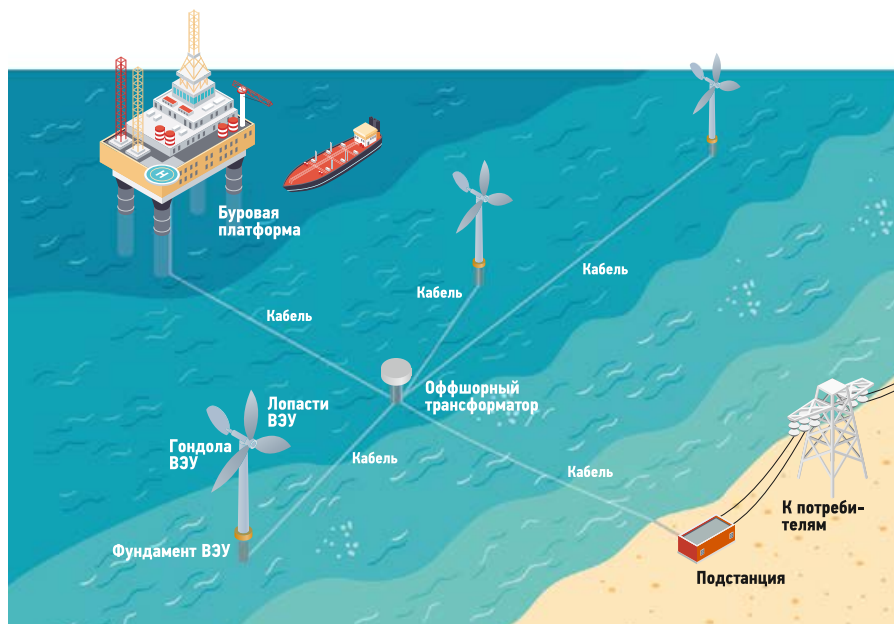


Рис. 1. Схема расположения объектов при эксплуатации морской ветроэлектрической станции (ВЭУ), предназначенной для энергоснабжения буровой платформы

В данной работе в качестве примера был рассмотрен объект, находящийся в России и по сей день функционирующий за счёт различных источников энергии, а именно — нефтегазоконденсатное месторождение им. Юрия Корчагина, расположенное в северной части акватории Каспийского моря (180 км от Астрахани). Определив показатели (табл. 1), которые характеризуют выбранное местоположение, был проведён анализ с целью первоначальной оценки применимости морской ветроэнергетики [3, 4]. Отметим, что скорость ветра в данном районе превышает средние показатели, что характерно для

стабильной работы ветроустановки. Ряд сложностей в части логистики и транспортировки оборудования может возникнуть из-за расположения объекта достаточно далеко от берега.

Использование газа, который добывают на платформе, для работы местных газовых турбин кажется естественным, но это не самое экономичное и уж тем более неэкологичное решение. Газовые турбины — это фактически реактивные двигатели, которые используют энергию струи горячего газа, образующуюся при сжигании газообразного или жидкого топлива. Мощность, передаваемая при этом через вал турбины, приводит в действие генераторы, вырабатывающие электроэнергию, то есть процесс производства электроэнергии включает в себя сжигание горючего, сжатие газа, теплообмен и преобразование тепла во вращательное движение, для чего требуется оборудование, которое потребляет большое количество топлива и требует значительных затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание.

Энергоснабжение морских буровых платформ происходит за счёт генерации электроэнергии на месте с помощью газовых турбин, получения электроэнергии с берега по подводным кабелям и использования дизельных генераторов

Целесообразность применения ВЭУ на месторождении в Каспийском море

табл. 1

| Показатели | Результат |
|---|---|
| Среднегодовое потребление электроэнергии объекта, МВт | 12 |
| Среднегодовая скорость ветра, м/с | 8,13 |
| Расстояние до берега, км | 115 |
| Глубина, м | 11–13 |
| Максимальная высота волн, м | 1,5 |
| Типология морского дна | Рельеф дна осложнён наличием водорослей, банок (отмелей), островов |
| Доступность ресурсов | Регион имеет хорошо развитую промышленную и транспортную инфраструктуру. Имеется судостроительная, судоремонтная, машиностроительная, химическая и другие отрасли промышленности |
| Фактическое энергоснабжение | Газовые турбины (4 шт.), работающие от попутного газа, суммарной мощностью около 20 МВт. При излишках попутного нефтяного газа его сжигают, тем самым образовывая факел и множество выбросов в атмосферу. При отключении турбин — резервные дизель-генераторы |



Фото: ПАО «ЛУКОЙЛ»

•• МЛСП им. Ю. Корчагина (ПАО «ЛУКОЙЛ») в Каспийском море

На каждой буровой платформе в случае поломки газотурбинной установки предусматриваются аварийные дизель-генераторы, обеспечивающие бесперебойное питание и позволяющие платформе стабильно функционировать. При энергоснабжении дизельными генераторами достаточно высокие затраты приходится на транспортировку топлива, а также на его потребление. На буровых платформах со временем уменьшается дебит скважины, поэтому отбор газа на собственные нужды не является энергетически безопасным способом. Очевидно, что необходимы резервные варианты энергоснабжения на случай, когда добыча попутного газа будет мала для обеспечения жизнедеятельности самой буровой платформы. Одним из вариантов является замена газовых турбин на ВЭУ в комплексе с литий-ионными аккумуляторами.

Первоначально основной задачей в ветроэнергетике является проектирование надёжных фундаментов для ВЭУ. Фундаменты поддерживают ветровые турбины, обеспечивая безопасную и стабильную основу, определение подходящего их типа имеет огромное значение, как с экономической, так и с технической стороны.

Есть несколько условий, ограничивающих диапазон использования различных типов фундаментов для ВЭУ [5]:

1. **Глубина месторасположения ВЭУ** имеет решающее значение при определении типа фундамента и его затрат. Чем больше глубина, тем больших капиталовложений потребуется для использования специализированных технологий. Это отразится на окончательных инвестициях в проект, а также снизит его прибыльность.
2. **Морские зоны с высокими волнами** усложняют работы по установке и техническому обслуживанию ВЭУ, требуя большей трудовой деятельности и эконо-

•• Типология фундаментов с условиями их использования

табл. 2

| Тип фундамента | Глубина, м | Расстояние до берега, км |
|-----------------------------|------------|--------------------------|
| Бетонно-свайная конструкция | 0–15 | 0–15 |
| Гравитационная | 0–30 | 0–30 |
| Моно-свая | 0–40 | 0–100 |
| Свайная пирамида | 5–50 | 5–70 |
| Тренога | 25–50 | 40–120 |
| Плавающая | 50–220 | 5–25 |

мических ресурсов. Также возможно повреждение фундамента и возникновение такого явления, как размыв морского дна. Оно ослабляет конструкцию и требует более тщательного наблюдения, а также дорогостоящих ремонтных работ.

3. **Расстояние ВЭУ до берега** также имеет большое значение. Оптимальное расположение ВЭУ — это как можно дальше от береговой линии, сохраняя при этом небольшую глубину. Так мы получим более равномерную выработку электроэнергии за счёт постоянства высокой скорости ветра и обеспечим меньшее воздействие на ландшафт и побережье.

Рассмотрено множество компонентов энергосистемы с внедрением ВЭУ: рассматривались в том числе экономические и экологические эффекты

4. **Частота спонтанных явлений**, таких как землетрясения, цунами или экстремальные метеорологические явления на море, оказывает критическое влияние.
5. **Типология слоя морского дна**, на которое планируется установить фундамент, а также возможные воздействия на судходные маршруты или другие морские сооружения.

Кроме всех перечисленных условий особенно важно учитывать доступность ресурсов в предполагаемом районе расположения объекта.

Было классифицировано и проанализировано 154 оффшорные ВЭУ для установления диапазона использования различных типов фундамента в зависимости от глубины и расстояния до берега (табл. 2) [5]. Данные пределы облегчают первоначальный выбор типа фундамента для оценки целесообразности применения на конкретном месторасположении.

Сопоставив данные табл. 1 и 2, можно сделать вывод, что для территории нашего объекта доступны в целях детальной проработки следующие типы фундамента: «моно-свая» и «тренога».

«Моно-свая» представляет собой конструкцию, благодаря которой башня поддерживается моно-свайным фундаментом либо напрямую, либо через переходную деталь, содержащую приспособление для высадки на лодку, катодную защиту, каналы для подводных кабелей и т.д. Чтобы выдержать нагрузку (вес конструкции, ветер, волны и т.д.) в данном типе фундамента используют элементы, как правило, большого диаметра. Процесс строительства «моно-свай» включает в себя забивку большой полой стальной сваи на глубину 25 м, к которой прикрепляется переходная деталь, а песок и вода удаляются из центра сваи и заменяются бетоном. Эту конструкцию проектировщики и заказчики предпочитают благодаря простоте, а также дешевизне установки.

«Тренога» — это тяжёлая металлоконструкция, состоящая из цилиндрических свай, которые соединены в единую трёхногую деталь. Центральная стальная штанга «треноги» соединяется с башней ветряной турбины. Конструкция может иметь как вертикальные, так и наклонные сваи. «Тренога» является сильным конкурентом «моно-свай», но только когда глубина месторасположения превышает 30 м. Поэтому можно предположить, что на месторождении в Каспийском море целесообразнее использовать тип фундамента для ВЭУ «моно-свая».

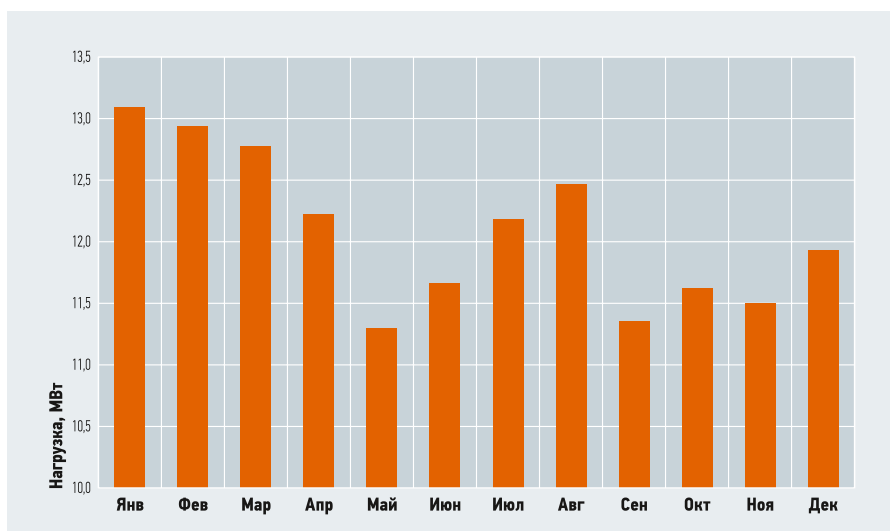


Рис. 2. Годовой профиль нагрузки

Для построения оптимизационной модели энергосистемы в ПО Homer Pro [6] были получены данные нагрузки выбранного объекта. Годовой профиль нагрузки морской платформы (рис. 2) показывает, что пик потребления энергии приходится на зимние месяцы. На основе данных о нагрузке в январе построим суточный профиль (рис. 3), а также заметим, что перепад электрических нагрузок не превышает 5%.

Далее было рассмотрено множество компоновок энергосистемы с внедрением ВЭУ: рассматривались, в частности, экономические и экологические эффекты. По результатам расчётов выбран оптимальный вариант комплексной энергосистемы (рис. 4), применимой для нашего объекта. В состав системы в качестве источников постоянного тока подобраны оффшорные ветроэнергетические установки — Vestas 8000 и литий-ионные аккумуляторы. Отметим, что аккумулирование энергии от ВЭУ способствует решению проблем прерывистого поступления энергии,

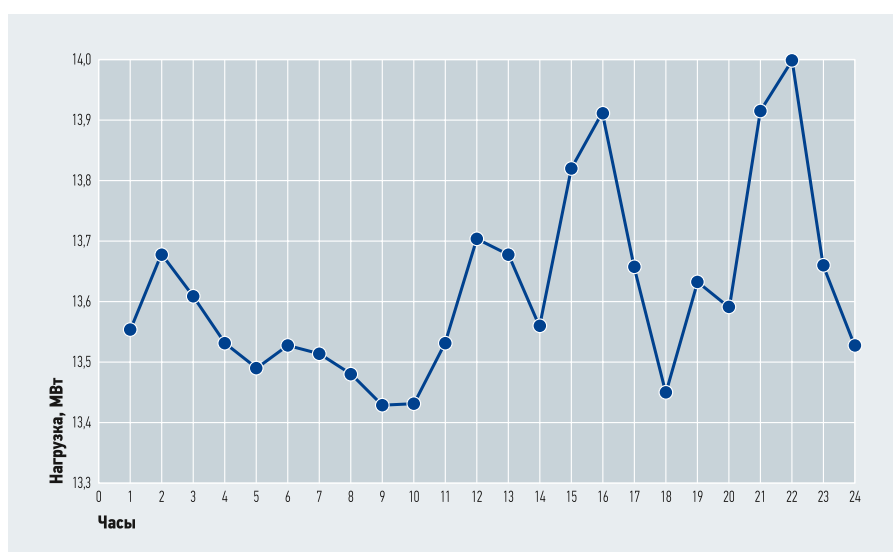


Рис. 3. Суточный профиль нагрузки

а также повышает эффективность использования энергии ветра и увеличивает суммарную выработку ветроустановки. Потребителю электроэнергии необходим источник переменного тока, поэтому в предлагаемую схему был внедрён

преобразователь. Полностью исключить традиционные источники энергии на данном этапе невозможно. В нашем случае мы сократили газовые турбины с четырёх штук до трёх, а в качестве резерва использовали не дизельные генераторы, а накопители энергии. При расчёте применяются реальные климатические данные выбранного местоположения, загруженные из базы данных NASA.

Выбранная компоновка энергосистемы показала себя довольно устойчивой в условиях рассматриваемого объекта.

По полученным данным, одна ВЭУ номинальной мощностью 8000 кВт, расположенная вблизи нефтегазоконденсатного месторождения им. Корчагина, способна выработать 29 632 МВт·ч в год

с коэффициентом использования установленной мощности (КИУМ) около 42,3%. Это высокий показатель эффективности для оффшорной ветроэнергетики, ведь наземные ВЭУ имеют КИУМ порядка 15–25%.

Сравнив все объекты генерации, которые были внедрены в энергосистему, показатель LCOE (средняя расчётная стоимость электроэнергии) оказался наименьшим у Vestas 8000 и составил \$0,0795 за 1 кВт. Наблюдается постоянная годовая выработка электроэнергии (рис. 5), но отметим, что в летний период она снижается, а в зимний увеличивается, что схоже с профилем нагрузки. Сопоставив графики выработки, отметим, что пик генерации ВЭУ происходит в течении дня в период с 08:00 до 20:00, а газотурбины восполняют дефицит в оставшееся время. Результаты подтверждают практическое применение ветроэнергетических установок в комбинации с аккумуляторами и газовыми турбинами.

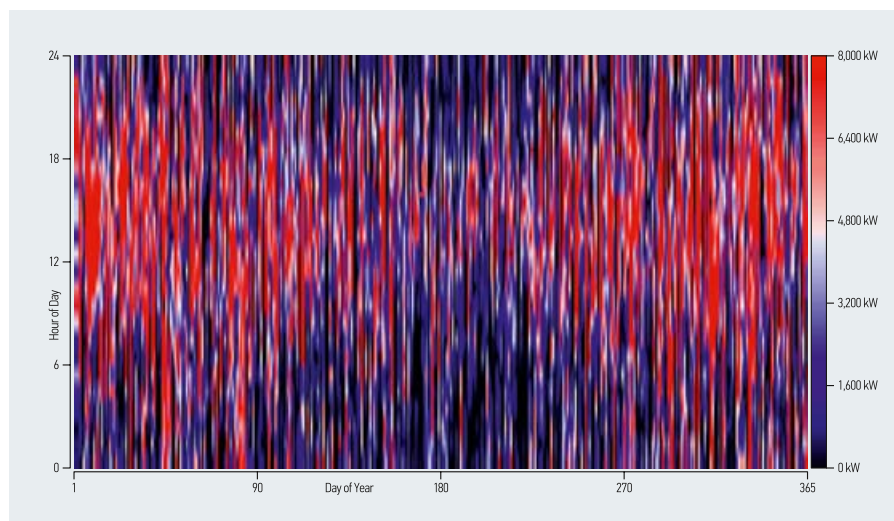


Рис. 4. Схема энергосистемы, смоделированной в Homer Pro

•• Количество выбросов парниковых газов

табл. 3

| Наименование парникового газа | Энергосистема №1 «ГТ-4 + ДГ» | Энергосистема №2 «ГТ-3 + ВЭС-2 + АКБ» | Энергосистема №3 «ГТ-2 + ВЭС-7 + АКБ» |
|--|--|--|--|
| Углекислый газ (CO ₂) | 51 850 т/год | 26 962 т/год | 13 984 т/год |
| Оксиды азота | 362 т/год | 188 т/год | 98 т/год |
| Суммарные выбросы в ед. CO ₂ -эквивалента | 159 726 т-экв/год | 82 986 т-экв/год | 43 188 т-экв/год |
| Эффект | Количество выбросов составляет 0,01 % от выбросов парниковых газов по сектору энергетики в России за год | Снижение выбросов на 48 % от текущего варианта энергоснабжения | Снижение выбросов на 73 % от текущего варианта энергоснабжения |



•• Рис. 5. Годовая выработка электроэнергии ВЭУ Vestas 8000

Кроме того, благодаря программному обеспечению Homer Pro произведён расчёт количества выбросов парниковых газов энергосистем с ветроэнергетическими установками и без них (табл. 3).

Первая рассмотренная схема компоновки объектов генерации включает в себя четыре газовые турбины (ГТ) и один дизельный генератор (ДГ), то есть она сопоставима с текущей системой энергоснабжения на морской платформе. Данная энергосистема имеет достаточно высокие выбросы в атмосферу, к тому же невыгодна экономически. Во второй схеме сократили количество газотурбин до трёх и убрали дизель-генератор, но взамен внедрили две ВЭУ и литий-ионные аккумуляторы. Отметим, что данная энергосистема наиболее оптимальна, и именно её мы рассмотрели подробнее ранее. Третью комплексную систему, в состав которой вошли две газовые турбины, семь ветроэнергетических установок и аккумуляторы энергии, Homer Pro обозначило как самый экологичный из возможных на данный момент вариантов.

Однако заметим, что экономически такая энергосистема не целесообразна, так как аккумулировать энергию всё ещё достаточно дорого. Современное общество получило запрос на развитие современных технологий для возобновляемой

энергетики, они начали развиваться и масштабироваться во всём мире, и это уже сейчас приводит к снижению цен.

Была проведена оценка выбросов парниковых газов по сектору энергетики в РФ [7]. По данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат), количество выбросов за 2019 год составило 1667,7 млн тонн CO₂-эквивалента в год.

Третья комплексная система, в составе которой две газовые турбины, семь ветроэнергетических установок и аккумуляторы энергии, была обозначена Homer Pro как самый экологичный из возможных на данный момент вариантов. Однако экономически такая энергосистема не целесообразна, так как аккумулировать энергию на данный момент всё ещё достаточно дорого

В табл.3 продемонстрированы суммарные выбросы парниковых газов, переведённые в условную единицу измерения CO₂-эквивалента [8]. Также прокомментирован характер эффекта на атмосферу от выбранных энергосистем.

Выводы

1. Проблема энергоснабжения морских платформ весьма актуальна на сегодняшний день, так как используемые методы получения энергии являются неэкологичными, неэкономичными и энергетически небезопасными.

2. Первоначально были определены показатели, которые характеризуют местоположение выбранного объекта. По результатам анализа не было выявлено категорических противопоказаний для применения морской ветроэнергетики.

3. В ходе работы был выделен тип фундамента «моно-свая» для детальной проработки возможности применения в Каспийском море.

4. Рассмотрены различные комбинации энергосистем с использованием ВЭУ. Для детального анализа выбрана схема с учётом экономических, экологических, а также технических факторов, которая является самой оптимальной для месторождения им. Ю. Корчагина. Данная система эффективна, но следует наращивать энергию от ВИЭ последовательно, ведь прогнозировать её выработку на данный момент невозможно, остаётся только наблюдать, исследовать и иметь резервные источники (традиционная энергетика, аккумуляторные батареи).

5. По полученным данным, одна ветроэнергетическая установка мощностью 8 МВт имеет КИУМ приблизительно 42,3%, а также способна выработать 29 632 МВт·ч электроэнергии в год.

6. Кроме того, проведена оценка выбросов парниковых газов от различных систем энергоснабжения, которая сопоставлена со значениями по сектору энергетики в Российской Федерации. ●

1. Чохавала Р. Энергоснабжение платформ. Подсоединение нефтедобывающих и газодобывающих платформ к береговым электрическим сетям // АББ Ревью, 2008. No. 1. 5 с.
2. Оффшорные ветряные электростанции: обзор и установка [Электр. текст]. ЭкоБлог — Альтернативная энергия. Режим доступа: ecopower.ru. Дата обрац.: 06.03.2022.
3. Деев М.Г., Хаин В.Е. Каспийское море / БРЭ. В 35 т. плюс том «Россия». — М.: Изд-во «Большая российская энциклопедия», 2004–2017. 27957 с.
4. Нефтегазоконденсатное месторождение им. Юрия Корчагина [Электр. текст]. Портал Neftegaz. Режим доступа: neftegaz.ru. Дата обрац.: 07.03.2022.
5. Sanchez S., Lopez-Gutierrez J., Negro V., Esteban M. Foundations in offshore wind farms: evolution, characteristics and range of use. Analysis of main dimensional parameters in monopile foundations. Journal of marine science and engineering. 2019. Vol. 7. No. 12. 18 p.
6. Homer Pro: руководство пользователя [Электр. текст]. Homer. Режим доступа: homerenergy.com. Дата обрац.: 10.03.2022.
7. Основные показатели охраны окружающей среды: Статистический бюллетень. — М.: Росстат, 2021. 110 с.
8. Об утверждении методических указаний по количественному определению объёма поглощения парниковых газов / Утв. распоряжением Минприроды России от 30.06.2017 №20-р.



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И ФОРУМ

RENWEX

«Возобновляемая энергетика
и электротранспорт»

21–23 ИЮНЯ 2022

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»,
павильон №3

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ



Ветроэнергетика



Солнечная энергетика



Водородная энергетика



Гидроэнергетика



Биоэнергетика, биогаз и твердое биотопливо



Энерго- и ресурсосберегающие технологии



Электротранспорт и зарядная инфраструктура



Реклама 12+

www.renwex.ru

При поддержке



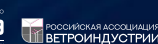
МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИИ



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



А П В Э
АССОЦИАЦИЯ РАБОТАЮЩИХ
ЭНЕРГЕТИКОВ



Под патронатом

Организатор

Обзор противо- обледенительных систем примени- тельно к лопастям ветроэлектриче- ских установок

В статье проведён анализ современных систем защиты от обледенения лопастей ветроэлектрических установок, определены их преимущества и недостатки. Рассмотрен метод выбора адаптационных мероприятий на основе климатического районирования в Российской Федерации.

Автор: Д.А. РЕГА, магистрант,
Российский государственный университет
нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина



Электроэнергетика в изолированных и труднодоступных территориях России характеризуется ростом производственных издержек и себестоимости производимой электроэнергии, что вызвано прежде всего моральным и физическим устареванием используемого оборудования и технологий, а также увеличением цен на привозное топливо для электростанций [1]. Проблема может быть частично решена путём модернизации генерирующих объектов за счёт в том числе объектов ВИЭ-генерации, к которым можно отнести ветроэлектрические установки (ВЭУ). Применение ВИЭ позволит сократить использование товарных углеводородов или дорогого дальнепривозного топлива, в результате чего будет обеспечено снижение объёма бюджетного субсидирования, к тому же сократится эмиссия вредных веществ в атмосферу.

В России изолированные населённые пункты и производственные объекты, как правило, располагаются в области сложных климатических условий. К таким районам можно отнести прибрежную зону северных морей, где среднегодовая скорость ветра составляет 6–7 м/с — дан-

ный факт играет важную роль в решениях по внедрению ВЭУ [2].

При эксплуатации ВЭУ в холодных климатических условиях неизбежно происходят значительные перепады температур, включая «переходы через 0°C», нередко сопровождающиеся выпадением осадков и наличием определённой влажности. В таких ситуациях на рабочих органах ВЭУ могут образовываться иней или налдь (фото 1), из-за чего возникает ряд проблем и рисков:

1. Ухудшаются аэродинамические свойства лопастей, снижается эффективность, появляется дисбаланс, что может вызвать разрушение ротора ВЭУ. Большая часть территории России относится к пятому классу обледенения. Для территорий пятого класса период обледенения составляет более 60 дней в году, что может приводить к потерям выработки свыше 40% [4].
2. Лёд на лопастях турбины может увеличить уровень шума, тем самым потенциально нарушая правила разрешения на строительство.
3. Сорвавшийся с лопасти лёд может создавать угрозу безопасности для людей, находящихся поблизости.



❖ Фото 1. Лопасти без противообледенительной системы



❖ Рис. 1. Методы защиты от обледенения

Следовательно, необходимо управлять рисками обледенения и снижать их всеми возможными мерами. Одной из актуальных задач для достижения данной цели является изучение и анализ существующих противообледенительных технологий для адаптации оборудования ВЭУ к суровым условиям эксплуатации [3].

Исторически различные системы защиты от обледенения разрабатывались научно-исследовательскими институтами, независимыми поставщиками систем и производителями турбин с 1990-х годов и по настоящее время [5]. Все разработанные системы действуют по методам, представленным на рис. 1.

Активный метод защиты (AI) заключается в предотвращении значительного образования льда на лопастях ветровых турбин, позволяя турбине работать в нормальном режиме. Важно отметить, что для того, чтобы данная система работала эффективно и вовремя срабатывала, в неё должны быть интегрированы датчики обледенения, которые могут быстро и точно определять отклонения ключевых параметров. В ситуации нарастания льда на лопастях производится (или не производится — в системах с anti-icing) останов турбины с последующей активацией системы удаления льда.

Большинство систем защиты от обледенения контролируются методом анализа кривой мощности с использованием специальных детекторов обледенения на гондole или лопасти (или их комбинации). Считывание показателей по кривой мощности происходит при температуре гондолы ниже 0°C и требует одновременного отклонения от ожидаемых показателей. Специальные детекторы обледенения обычно устанавливаются наверху гондолы [5]. Таким системам требуется источник питания.

Пассивный метод заключается в нанесении на поверхность лопастей различных по типу и свойству покрытий (анти-

адгезионных, супергидрофобных, светопоглощающих и химических), которые имеют свойства препятствовать возникновению или скоплению снежных образований. Таким системам не требуется источник питания.

Применение ВИЭ позволит сократить использование товарных углеводородов или дорожного привозного топлива, что обеспечит снижение бюджетного субсидирования и уменьшит эмиссию вредных веществ

Далее представлены существующие в настоящее время технологии, основанные на активном и пассивном методах защиты, а также их упрощённый принцип действия [5, 6]:

1. Система защиты от обледенения, использующая горячий воздух, имеет источник тепла в сочетании с мощным вентилятором для циркуляции горячего воздуха к различным частям лопасти.
2. Электротермическая система имеет нагревательные элементы, обычно из уг-

леродного волокна, расположенные на внешней поверхности лопасти.

3. У микроволновой системы защиты от льда есть специальное внешнее покрытие на поверхности лопасти, которое нагревается при воздействии микроволн, создаваемых генераторами внутри лопасти.

4. В ультразвуковой системе принцип действия основан на разрушении льда при воздействии на него ультразвукового излучения определённой частоты, генератором которого являются пьезоэлектрические датчики, расположенные внутри лопасти.

5. Система контролируемой вибрации включает в себя адаптивные демпферы (Adaptive Damping System), установленные на лопастях, при срабатывании которых возникает ударная волна, устраняющая обледенение.

6. В системе, использующей пневматические баллоны, принцип действия основан на разрыве связи между льдом и поверхностью за счёт деформации лопасти путём закачки сжатого воздуха во внутренние гибкие баллоны.

7. В пассивной системе, в случае использования антиадгезионных и супергидрофобных материалов, капли воды и частицы льда отталкиваются от поверхности лопасти. При использовании светопоглощающих красок лопасть нагревается от солнечного излучения, вследствие чего происходит таяние и сбрасывание льда. Покрытия с химическим веществом понижают температуру замерзания капли воды, что способствует образованию водяной плёнки между льдом и поверхностью лопасти.

8. Механическая система удаления включает в себя ручное удаление обледенения с помощью верхолазного оснащения или подъёмника, а также удаление льда с вертолёта (или дрона) с использованием горячих жидкостей.



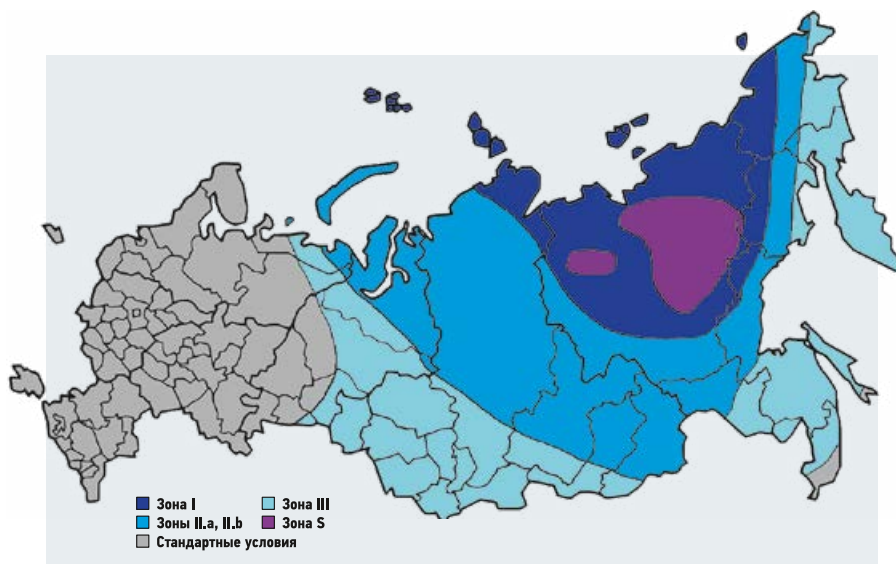


Рис. 2. Районирование территории Российской Федерации по степеням адаптации

Обзор различных противообледенительных систем

табл. 1

| Решение | Преимущества | Недостатки |
|---|---|---|
| Методы | | |
| Пассивный (AI) | Максимальная производительность установки; не требуется останов турбины; не требуется источник электроэнергии | Не даёт полной защиты от обледенения; возможны выбросы льда; потеря защитных свойств через определённое время; несколько технологических вариантов |
| Активный (AI/DI) | Эффективное удаление льда; много технологических вариантов | Высокая стоимость; сложности в оборудовании лопастей; повышенный шум и вибрация из-за образования льда; требуется источник электрической энергии |
| Технологические варианты активного метода | | |
| Применение горячего воздуха (AI/DI) | Простота, надёжность; длительный срок службы; возможность модификации для разных типов лопастей | Высокое потребление электроэнергии. Низкая эффективность на лопастях большого диаметра: а) большое расстояние от источника тепла до наконечника лопасти, б) тепло должно проходить внутри лопасти, чтобы достичь её поверхности |
| Электротермический способ (AI/DI) | Зарекомендовал себя на практике. Оптимизированное энергопотребление: а) близость к поверхности лопасти, б) возможность контроля нагрева по всей длине | Высокое потребление электроэнергии; сложный процесс изготовления лопастей; дорогой ремонт при повреждениях |
| Микроволновое излучение (AI/DI) | Оптимизированное энергопотребление; простой ремонт | Нет опыта реальной эксплуатации; сложности в оборудовании лопастей; высокая стоимость |
| Ультразвуковое излучение (AI/DI) | Оптимизированное энергопотребление; возможность воздействия на определённые участки лопасти | Нет опыта реальной эксплуатации; сложности в оборудовании лопастей; высокая стоимость; потенциальное воздействие на фауну |
| Пневматические баллоны (AI/DI) | Низкие затраты энергии; высокая эффективность против ледяной корки | Нет опыта реальной эксплуатации; изменяется аэродинамический профиль лопасти; высокая стоимость обслуживания и установки; ложные срабатывания из-за влияния центробежной силы |
| Контролируемая вибрация (AI/DI) | Потенциально небольшая стоимость; длительный срок службы; эффективное удаление льда | Нет опыта реальной эксплуатации; сложности в оборудовании лопастей |
| Механическое очищение (DI) | Отсутствуют капитальные вложения; работы производятся по мере необходимости | Возможны большие денежные затраты; вероятность повреждения лопастей; высокий риск для жизни и здоровья работников |
| Технологические варианты пассивного метода | | |
| Различные покрытия (AI) | Низкие капитальные вложения; простой процесс внедрения; нет затрат энергии; различные варианты модернизации | Недостаточно эффективны; срок службы не подтверждён в лабораторных условиях |

Определение метода защиты ВЭУ на основе климатического районирования

табл. 2

| Зона | Средняя температура ниже нуля, °С | Осадки, мм | Потери ВЭУ, % | Методы противообледенительной защиты |
|------|---|------------|---------------|---|
| I | Ниже -20 | — | Свыше 30 | Обязательны активные и пассивные |
| II.a | От -10 до -20 | Более 400 | От 15 до 25 | Обязательны пассивные; применение активных требует технико-экономического обоснования |
| II.b | От -10 до -20 | До 400 | От 20 до 30 | Достаточно пассивных |
| III | До -10 | — | До 15 | Достаточно пассивных |
| S | Территории и регионы со средней температурой января ниже -40 °С | — | Свыше 40 | Обязательны активные и пассивные |

В табл. 1 представлены системы защиты от льда, разделённые по методам и различным технологиям [5–8].

На основе климатических критериев территория России разделена на четыре зоны по степени применяемых адаптационных мероприятий оборудования ВЭУ (рис. 2) [4]. Климатические характеристики зон и применяемые методы защиты от обледенения в них приведены в табл. 2 [4].

Для увеличения надёжности ВЭУ необходимо устанавливать противообледенительные системы в целях увеличения предсказуемости выходных характеристик ветровых турбин

Каждый случай необходимо тщательно изучать, чтобы выбрать оптимальное решение по адаптации оборудования ВЭУ, что в итоге приведёт к снижению затрат по всему проекту. Кроме того, необходимо учитывать, что технологии развиваются быстро, и появляются новые методы решения рассматриваемой проблемы.

Можно констатировать, что для увеличения надёжности ветровых установок, располагаемых в районах с холодным климатом, безусловно необходимо устанавливать противообледенительные системы в целях увеличения предсказуемости выходных характеристик ветровых турбин в условиях обледенения. В противном случае высокий ветровой потенциал таких районов не станет преимуществом и не обеспечит повышенное производство энергии. ●

1. Объекты генерации в изолированных и труднодоступных территориях в России: Аналитический доклад 2020 [Электр. текст]. Аналитический центр при Правительстве РФ. Режим доступа: ac.gov.ru. Дата обрац.: 13.11.2021.
2. Мингалеева Р.Д., Зайцев В.С., Бессель В.В. Оценка технического потенциала ветровой и солнечной энергетики России // Энергетика, 2014. №3. С. 82–90.
3. Киричичикова И.М., Мартыанов А.С., Соломин Е.В. Преобразование энергии в ветроэнергетических установках // Альтернативная энергетика и экология (ISJAE), 2010. №1. С. 93–97.
4. Елистратов В.В. Возобновляемая энергетика. Изд. 3-е, испр. и доп. — СПб.: Изд-во СПбПУ, 2016. 424 с.
5. Lehtomäki V., Krenn A., Jan Jordaens P. et al. Available technologies for wind energy in cold climates (report). The IEA Wind TCP Task. November 2018. Web-source: iea-wind.org. Access data: Mart 10, 2022.
6. Jiménez I.B. DiVA: Detection and removal of wind turbine ice. Method review and a CFD simulation test. Student thesis, Advanced level. University of Gävle. Gävle, Sweden. 2018. 75 p.
7. Parent O., Ilinca A. Anti-icing and de-icing techniques for wind turbines: Critical review. Cold Regions Science and Technology. 2011. Vol. 65. Issue 1. Pp. 88–96.
8. Соломин Е.В., Долгошеев В.В., Васильев И.А. Противообледенительная система лопасти ВЭУ на основе ультразвукового излучения // Альтернативная энергетика и экология (ISJAE), 2015. №5. С. 19–23.



МИР КЛИМАТА

EXPO 2023

**EXPO
КОНГРЕСС
HVAC/R
ИНДУСТРИЯ**

**28 февраля-3 марта 2023
Москва, ЦВК «Экспоцентр»**

**Новая реальность –
новый формат**

climatexpo.ru

**Главное
отраслевое
событие года**



PLUMBING AND SANITARY ENGINEERING, WATER SUPPLY, DRAINAGE

[Technologies and management of the fertilizer production system from rainwater precipitation. Pp. 27–29.](#)

Lyudmila N. Prikhodko, PhD, Associate Professor; **Svetlana V. Grinenko**, Doctor of Economics, Professor; **Ekaterina V. Belyakova**, senior lecturer, [Sochi State University](#) (Sochi city)

- E.I. Pupyrev. *Sbor i oshchistka hozjajstvenno-bytovykh stochnykh vod: kriticheskij obzor dostignutyykh rezul'tatov* [Collection and treatment of domestic wastewater: A critical review of the results achieved]. *Vestnik MGSPU* [Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering]. 2019. No. 11. Pp. 1365–1407.
- A.P. Andrianov. *Oshchistka stochnykh vod s primeneniem tehnologii membrannogo bioreaktora* [Wastewater treatment using membrane bioreactor technology]. *Jekologija proizvodstva* ["Ecology of production" Magazine]. 2012. No. 11. Pp. 66–74.
- Ju.A. Kajgorodova. *Utilizacija osadkov stochnykh vod* [Disposal of sewage sludge]. *Jekologija proizvodstva* ["Ecology of production" Magazine]. 2012. No. 11. P. 65.
- N.I. Kulikov, A.N. Nozhevnikova et al. *Oshchistka municipal'nykh stochnykh vod s povtornym ispol'zovaniem vody i obrabotannyykh osadkov: teorija i praktika* [Municipal wastewater treatment with reuse of water and treated sludge: theory and practice]. Moscow. Logos ["Logos" Publishers]. 2015. 400 p.
- N.I. Kulikov, E.N. Kulikova et al. *Vodootvedenie* [Drainage]. Moscow. Lenand ["Lenand" Publishers]. 2018. 406 p.
- SNiP 2.04.03–85 [Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia) No. 2.04.03–85]. *Kanalizacija. Naruzhnyye seti i sooruzhenija* [Sewerage. External networks and structures]. Moscow. CNTP Gosstroja SSSR [Central Institute for Standard Design of the State Committee of USSR for Construction and Municipal Complex]. 1986. 72 p.
- The patent RU 151102 U1. IPC C05F 7/00. *Biokomposter dlja pererabotki osadkov stochnykh vod* [Biocomposter for sewage sludge processing]. N.I. Kulikov, D.V. Popov, E.N. Kulikova, L.N. Prihod'ko. Patent owner: ZAO "Kompanija "Jekos" ["Ecos" Company"], CJSC. No. 20141159640/13. Decl.: April 18, 2014. Publ.: Mart 20, 2015. Bul. No. 8.
- N.I. Kulikov, M.G. Zubov et al. *Biologicheskaja oshchistka vody (teoreticheskaja praktika)* [Biological water purification (theoretical practice)]. Sochi. Izd-vo "Dorija" ["Doria" Publishers]. 2013. 285 p.
- N.I. Kulikov, E.N. Kulikova et al. *Iskusstvennyye krugovorye vody, vozduha i pishhi kak osnova sistemy zhizneobespechenija novogo pokolenija* [Artificial cycles of water, air and food as the basis of a new generation life support system]. Moscow. Lenand ["Lenand" Publishers]. 2016. 129 p.
- R.R. Zajnullin, A.A. Galjautdinov. *Proizvodstvo udobrenij iz osadkov stochnykh vod* [Production of fertilizers from sewage sludge]. *Innovacionnaja nauka* ["An innovative science" Magazine]. 2016. No. 6. Pp. 77–79.

[Assessment of the significance of the risk of climate influence on the condition of silt sites. Pp. 34–38.](#)

Alla B. Neuzorava, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Olga K. Novikova**, PhD, Associate Professor, [Belarusian State University of Transport](#) (Gomel city, Republic of Belarus)

- E. Bertosh, D. Rusakov, T. Lukashevich. *Nacional'nij doklad: uязvimost' i adaptacija k izmeneniju klimata v Belarusi* [National Report: Vulnerability and Adaptation to Climate Change in Belarus]. *Forum vostochnykh stran po klimaticheskim izmenenijam 2014* [Forum of Eastern countries on climate change 2014]. Minsk. PDU "Tipografija Federacii profsojuzov Belarusi" [Production subsidiary unitary enterprise "Printing House of the Federation of Trade Unions of Belarus"]. 2014. 45 p. [In Russian]
- Doklad o nauchno-metodicheskikh osnovah dlja razrabotki strategij adaptacii k izmenenijam klimata v Rossijskoj Federacii (v oblasti kompetencii Rosgidrometa)* [Report on the scientific and methodological foundations for developing climate change adaptation strategies in the Russian Federation (within the competence of the Russian Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring ("Roshydromet"))]. St. Petersburg. *Klimatich. centr Rosgidrometa* [Climate Center of "Roshydromet"]; Saratov. Amirit ["Amirit" Publishing]. 2020. 120 p. [In Russian]
- A.V. Lihacheva, V.N. Marcul, L. Magrel, L. Denis. *Vozdejstvie ilovykh ploshhadok na okruzhajushuju sredu* [The impact of silt pads on the environment]. *Vesci Nac. akad. navuk Belarusi. Ser. him navuk* [Proc. of the National Academy of Sciences of Belarus. Series: Chemical Sciences]. 2001. No. 1. Pp. 104–108. [In Russian]
- K.V. Ladygin, S.I. Stompeľ. *Problema oshchistnykh sooruzhenij — izbytochnye ilovye osadki* [The problem of sewage treatment plants is excessive sludge]. *Zhurnal "Jekoinzh"* ["Ecoeng"] Journal of environmental solutions]. 2019. No. 19. Pp. 41–43. [In Russian]
- O.K. Novikova, A.B. Neuzorava. *Upravlenie vodnymi resursami v malych naseleennykh punktakh Respubliki Belarusi* [Water resources management in small settlements of the Republic of Belarus]. *Jekologicheskij vestnik Severnogo Kavkaza* [Ecological Bulletin of the North Caucasus]. 2020. Vol. 16. No. 2. Pp. 58–64. [In Russian]
- A.B. Neuzorava, O.K. Novikova. *Ocenka tekushhego i budushhego vlijaniya klimata na sferu obrashhenija s ilom oshchistnykh sooruzhenij kommunal'nykh stochnykh vod: otchet* [Assessment of the current and future impact of climate on the sphere of sludge management in municipal wastewater treatment plants: A report]. Minsk. OOO "Jekopartnerstvo" ["Ecopartnership", LLC]. 2021. 61 p. [In Russian]
- I.V. Grishhenko. *Osobennosti ocenki usherba i riskov, svyazannykh s opasnymi javlenijami pogody, na territorii Arhangel'skoj oblasti i Neneckogo avtonomnogo okruga* [Features of assessing damage and risks associated with dangerous weather phenomena in the Arkhangelsk region and the Nenets Autonomous Region]. *Trudy GGO* [Papers of the Voikov Main Geophysical Observatory]. 2011. Issue 563. Pp. 137–148. [In Russian]
- A.B. Neuzorava. *Analiz riskov infrastruktury vodosnabzhenija i kanalizacii selitebnykh territorij* [Risk analysis of water supply and sewerage infrastructure in residential areas]. *Vodospobnabzhenie, himija i prikladnaja jekologija: Mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf. (mart 2022)* [Water supply, chemistry and applied ecology: Proc. of the International Scientific and Practical Conference (March 2022)]. Gomel. *BelGUT* [Belarusian State University of Transport]. 2022. Pp. 109–112. [In Russian]
- V.M. Katcov, I.M. Shkol'nik, S.V. Efimov. *Perspektivnyye ocenki izmenenij klimata v rossijskikh regionalah: detalizacija v fizicheskom i verojatnostnom prostranstvax* [Prospective assessments of climate change in Russian regions: detailing in physical and probabilistic spaces]. *Meteorologija i gidrologija* ["Meteorology and hydrology" Magazine]. 2017. No. 7. Pp. 68–80. [In Russian]
- V.A. Akimov, V.V. Lesnyh, N.N. Radaev. *Osnovy analiza i upravlenija riskom v prirodnoj i tehnogennoj sferah* [Fundamentals of risk analysis and management in natural and man-made areas]. Moscow. *Delovoj jekspres* ["Business Express" Magazine]. 2004. 352 p. [In Russian]

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

[Unification of temperature conditions in the drying chambers of the tent type when drying metal structures on the installation site at low ambient temperatures. Pp. 44–47.](#)

Pavel V. Yakovlev, PhD, Professor, the Department of Heat Engineering and Heat Power Engineering, [St. Petersburg Mining University](#); **Irina S. Prosvirina**, Senior Lecturer, the Department of Engineering Systems and Ecology, [Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering](#)

- GOST 9.105–80 [State Industry Standard of Russia No. 9.105–80]. *Edinaja sistema zashhity ot korrozii i starenija. Pokrytija lakokrasochnye. Klassifikacija i osnovnyye parametry metodov okrasivaniija* [Unified system of protection against corrosion and aging. Paint coatings. Classification and basic parameters of staining methods]. Moscow. *Izd-vo standartov* [State standards publishing house of the USSR]. 1980. 15 p. [In Russian]
- A.B. Lykov. *Teorija teploprovodnosti* [Theory of heat conduction]. Moscow. *Vysshaja shkola* ["Higher education" Publishing House]. 1967. 325 p. [In Russian]
- S.S. Kutateladze. *Osnovy teorii teploobmena* [Fundamentals of the theory of heat transfer]. Moscow-Leningrad. *Mashgiz* ["Engineering Industry" State Publishing House ("Mashgiz" Publishers)]. 1962. 456 p. [In Russian]
- V.N. Lukanin et al. *Teplotehnika: uchebnik dlja vuzov* [Heat engineering. A textbook for high schools]. 2nd edition, rev. and exp. Moscow. *Vysshaja shkola* ["Higher education" Publishing House]. 2000. 671 p. [In Russian]
- Je.R. Jekkert, R.M. Drejk. *Teorija teplo- i massoobmena* [Theory of heat and mass transfer]. Transl. from English. Edited by A.V. Lykova. Moscow, Leningrad. *Gosenergoizdat* [State publishing house of literature on the energy industry of the USSR ("Gosenergoizdat" Publishers)]. 1961. 681 p. [In Russian]
- Izgotovlenie uzlov, sekcij i blokov sekcij korpusa. Razvika korpusa na uzly i sekcii. Ih klassifikacija* [Manufacture of units, sections and blocks of hull sections. Breakdown of the hull into nodes and sections. Their classification]. *Stroitelstvo-New*. Web-source: stroitelstvo-new.ru. Access data: February 10, 2022. [In Russian]
- RD 31.52.17–86 [Working documentation No. 31.52.17–86]. *Rekomendacii po iskusstvennomu obo-grevu pri okrasivanii sudov v dokah* [Recommendations for artificial heating when painting ships in docks]. Moscow. *Minmorflota SSSR* [Ministry of Merchant Marine of the USSR]. 1986. 45 p. [In Russian]
- S.S. Kutateladze. *Analiz podobija i fizicheskie modeli* [Similarity analysis and physical models]. Novosibirsk. *Nauka* ["The science" Publishers]. 1986. 297 p. [In Russian]
- Patent of Russia No. 201290 U1. IPC E04H 15/14, E04B 2/42. *Jenogoberegajushhee shatrovnoe ukrytie* [Energy saving tent shelter]. Ir.S. Prosvirina, P.V. Jakovlev. Patent holder: GAOU AO VO "AGASU" [Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering], No. 2020121684. Decl.: June 25, 2020. Publ.: December 8, 2020. Bul. No. 34. [In Russian]
- Russia certificate of registration of the computer program No. 2021615817. *Opreделение параметров воздушной камеры шатрового типа* [Determination of air parameters in a tent-type drying chamber]. Ir.S. Prosvirina, P.V. Jakovlev. Patent holder: GAOU AO VO "AGASU" [Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering], No. 2021612355. Decl.: February 24, 2021. Publ.: April 13, 2021. 41 KB. [In Russian]

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

[Conversion of wood industry waste into hydrogen by two-stage pyrolysis. Pp. 66–68.](#)

Viktor M. Zaichenko, **Julia M. Faleeva**, [Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences \(JIHT\)](#), Moscow city)

- S.-K. Seo, D.-Y. Yun, C.-J. Lee. Design and optimization of a hydrogen supply chain using a centralized storage model. *Applied Energy*. 2020. Vol. 262.
- S.S. Kumar, V. Himabindu. Hydrogen production by PEM water electrolysis — A review. *Materials Science for Energy Technologies*. 2019. Vol. 2. No. 3. Pp. 442–454.
- M.-K. Kazi, F. Eljakk, M.M. El-Halwagi et al. Green hydrogen for industrial sector decarbonization: costs and impacts on hydrogen economy in Qatar. *Computers & Chemical Engineering*. 2021. Vol. 145.
- Ot massovogo potreblenija k massovoj ciklichnosti: pererabotka vtorichnoj drevesiny kak odno iz napravlenij razvitiija LPK* [From mass consumption to mass cyclicity: processing of recycled wood as one of the directions for the development of the timber industry]. *MediaWood* PR agency. Web-source: mediawood.ru. Access data: Mart 12, 2022. [In Russian]
- T. Lepage, M. Kammoun, Q. Schmetz. Biomass-to-hydrogen: A review of main routes production, processes evaluation and techno-economical assessment. *Biomass and Bioenergy*. 2021. Vol. 144.
- V.M. Zaichenko, G.A. Sjtchev, Y.M. Faleeva. Fuels derived from papermaking and coffee wastes. *Coke and Chemistry*. 2019. Vol. 62. No. 11. Pp. 539–543.
- V.M. Zajchenko, Ju.M. Faleeva. *Poluchenie sintez-gaza iz razlichnykh vidov biomassy* [Obtaining synthesis gas from various types of biomass]. *Jenogoberezenie — teorija i praktika: Trudy IX Mezhd. shkoly-seminara molodykh uchenykh i spetsialistov* [Energy saving — theory and practice. Proc. of the IX International School-Seminar for Young Scientists and Specialists]. October 5–12, 2018. Moscow. *Izd-vo MJEI* [Publishing House of Moscow Power Engineering Institute]. 2018. 576 p. [In Russian]
- V.A. Lavrenov, O.M. Larina, V.A. Sinel'shnikov et al. *Dvustadijnaja piroliticheskaja konversija razlichnykh vidov biomassy v sintez-gaz* [Two-stage pyrolytic conversion of various types of biomass into synthesis gas]. *Teplofizika vysokih temperature* ["Thermophysics of high temperatures" Magazine]. 2016. Vol. 54. No. 6. Pp. 950–956. [In Russian]
- Selskoe hozjajstvo, ohota i lesnoe hozjajstvo. Proizvodstvo neobrabotannoj drevesiny v RF (godovye dane s 2017 g.)* [Agriculture, hunting and forestry. Production of raw wood in the Russian Federation (annual data from 2017)]. *Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki (Rosstat)* [Federal State Statistics Service (Rosstat)]. Web-source: rosstat.gov.ru. Access data: Mart 10, 2022. [In Russian]
- R. Nosek, M. Holubcik, J. Jandacka. The impact of bark content of wood biomass on biofuel properties. *BioResources*. 2016. No. 11. Pp. 44–53.

ELECTRO HEAT GENERATION

machinery-fair.ru

в рамках
международной
выставки

**INTERNATIONAL
MACHINERY
FAIR**

Специальная экспозиция
промышленного
тепло-электрогенерирующего
и вспомогательного
оборудования для объектов
малой и большой энергетики

01–03.11.2022

ЦВК «Экспоцентр», Москва



Открываем новые филиалы в мае и июле 2022 года в Долгопрудном и Твери • Не изменяем стоимость оплаченного оборудования • Регулярно расширяем ассортимент и увеличиваем складской запас •
• Более 1000 новых товарных позиций поступило на склад в 2022 году • Более 20 000 уникальных артикулов товара в наличии на складе • Пять новых поставщиков инженерного оборудования в 2022 году • Бесплатная доставка по всей России 7 дней в неделю • В марте и апреле провели пятидневные курсы повышения квалификации



LUNDA

для профессионалов

49 филиалов в 36 городах

Развитие филиальной сети с 2007 года • Только сертифицированный товар • Программа лояльности со специальными скидками, бонусами и акциями •
• Аренда профессионального инструмента для монтажа • Проектирование инженерных систем •
• Подбор оборудования • Персональный менеджер для каждого клиента • Бонусы с каждой покупки • Обучение и технические семинары

www.lunda.ru