

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

АВОК — СЕВЕРО-ЗАПАД

№3 | 2022 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

«Дорогобужкотломаш» —
сделано в России

СТР. 6

PPSU/PVDF-фитинги «РОСТерм» —
альтернатива латунным фитингам

СТР. 16

«БДР Термия Рус»
и производство котлов в России

СТР. 34

РОСТЕРМ

ВРЕМЯ
СТРЕМИТЕЛЬНОГО
РАЗВИТИЯ

РОССИЙСКИХ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ



rostherm.ru



ПРОИЗВОДИМ ТРУБЫ И ФИТИНГИ
ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

📍 Санкт-Петербург

PE-Xa · PE-Xb · PP-R · PP-RT · PVDF · PPSU · PE-RT · PVC



АРКТОС

ПРОИЗВОДСТВО
ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ
«ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ»

ЧИСТОЕ РЕШЕНИЕ

МНОГОУРОВНЕВЫЙ СИСТЕМНЫЙ КОМПЛЕКС

ФМЧ

ФИЛЬТРОВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ МОДУЛИ

ФБО с МКЛ

ФИЛЬТРЫ БАКТЕРИЦИДНОЙ
ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА С МОДУЛЕМ
КОНТРОЛЯ ЛАМП

КВГ

КЛАПАНЫ ВОЗДУШНЫЕ ГЕРМЕТИЧНЫЕ

ВБ и ВБ М

ВОЗДУХОРАЗДАЮЩИЕ БЛОКИ
С ФИЛЬТРАМИ ВЫСОКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ:

- 8 типов раздающих панелей
- конструктивные вариации: боковой или торцевой подвод, уменьшенная высота, угловой монтаж.
- возможность установки на подводящий патрубок герметичного или регулирующего клапана
- модернизированная серия **ВБ М**, адаптированная для потолочных систем **Armstrong**: стандартные серии - Basic и Prima, скрытые подвесные системы - CLIP-IN



Официальный дистрибьютер -
компания «Арктика»:

В Москве: +7 (495) 981-15-15

В Санкт-Петербурге: +7 (812) 441-35-30

www.arktika.ru, www.spb-arktika.ru



ВЕНТИЛЯЦИЯ
КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ
ОТОПЛЕНИЕ

arktoscomfort.ru

100+ TECHNO BUILD

IX Международный
строительный форум
и выставка

18-21 октября 2022
Екатеринбург

forum-100.ru



стать экспонентом

**строительство
будущего.
новые возможности**

В НОМЕРЕ:

6 «Дорогобужкотломаш» — сделано в России



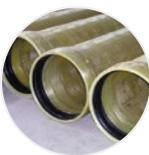
10 **Ю. Н. Марр**
Локализованное дистанционное тепловое воздействие закрученной струей



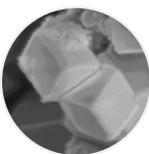
16 PPSU/PVDF-фитинги «РОСТерм» — альтернатива латунным фитингам



18 **О. А. Продоус, П. П. Якубчик**
Зависимость значений гидравлического потенциала напорных труб из полимерных материалов от величины их фактических внутренних диаметров



24 **М. Н. Торопов, А. С. Селиванов, Л. А. Воронова, И. Е. Перков**
Энергетический метод водоподготовки (ЭМВ) — путь улучшения качества воды в системах водотеплоснабжения



34 «БДР Термия Рус» и производство котлов в России



36 **В. И. Ливчак**
Альтернативная редакция проекта приказа Минстроя России об установлении требований энергетической эффективности зданий и классов энергоэффективности



ASNEVENT

ОРГАНИЗАЦИЯ СЕМИНАРОВ
И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ВСТРЕЧ
ДЛЯ УЧАСТНИКОВ СТРОИТЕЛЬНОГО
РЫНКА

ПОДБОР ПЛОЩАДКИ

СБОР АУДИТОРИИ

ПОЛНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ

avoknw.ru
+7 (812) 336-95-60
+7 (812) 605-00-50

МЫ НАЙДЕМ

ВАМ НОВЫХ ПАРТНЁРОВ

ЛЮБОЙ РЕГИОН РФ

ЗА 10 ЛЕТ МЫ ОРГАНИЗОВАЛИ
БОЛЕЕ 100 МЕРОПРИЯТИЙ
В БОЛЕЕ ЧЕМ 30 ГОРОДАХ
РОССИИ

РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор — **ГРИМИТЛИН А. М.**, д. т. н., проф.
Зам. главного редактора — **ГРИМИТЛИНА М. А.**
Выпускающий редактор — **КОРНЮКОВА О. Е.**
Дизайн, верстка — **КУЗНЕЦОВ В. А.**
Финансовая служба — **ПЕТРОВА Т. В.**
Отдел рекламы — **СЕРЖАНТОВА М. В., РЕДУТО С. Б.**
Отдел подписки и распространения — **КУЖАНОВА Е. С., КАМОЧКИНА О. Ю., МИШУКОВА А. Н.**
Корректор — **УМАРОВА А. Ф.**
Отдел PR — **ТУМАНЦЕВА Л. А.**

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

197342, Санкт-Петербург, Сердобольская ул., д. 65, литера «А», тел/факс: (812) 336-95-60.
www.isjournal.ru

УЧРЕДИТЕЛИ:

АС «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД»,
ЗАО «Бюро техники»,
ООО «ВЕСТА Трейдинг»,
ЗАО «Термолайн Инжиниринг»,
ООО НПП «Экоюрус-Венто»

ИЗДАТЕЛЬ: АС СЗ Центр АВОК

АДРЕС ИЗДАТЕЛЯ:

197342, Санкт-Петербург, Сердобольская ул., д. 65, литера «А».
Перепечатка статей и материалов из журнала «Инженерные системы» «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД» возможна только с разрешения редакции.
Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов.
За содержание рекламы ответственность несет рекламодатель.

Отпечатано в типографии «Принт-24».

Адрес типографии:

192102, Санкт-Петербург, ул. Самойловой, д. 5В

Подписано в печать 02.09.2022, заказ № 182.

Установленный тираж — 30 000.

Подписной индекс издания: 99623.

Распространяется бесплатно.

E-mail: avoknw@avoknw.ru; www.avoknw.ru

ISSN 1609-3851

© АС СЗ Центр АВОК

16+

XXI МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ. XXI ВЕК

АРХИТЕКТУРА. ИНЖЕНЕРИЯ. ЦИФРОВИЗАЦИЯ. ЭКОЛОГИЯ

Энерго Эффективность XXI ВЕК

2022
16 НОЯБРЯ

Организаторы



КОНСОРЦИУМ
ЛОГИКА® ТЕПЛО ЭНЕРГО **МОНТАЖ**

12 PROFESSO - CO ЗНАНИЕМ ДЕЛА



НОСТРОЙ
НАЦИОНАЛЬНОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ



Генеральный информационный партнер

СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ЕЖЕНЕДЕЛЬНИК

ASNINFO.RU
Агентство строительных новостей



16+

Санкт-петербург,
Park inn прибалтийская



Регистрация на конгресс:
<http://www.ee21.ru>

Ассоциация проектировщиков
**«Саморегулируемая организация
«Инженерные системы — проект»**

№ СРО-П-136-16022010



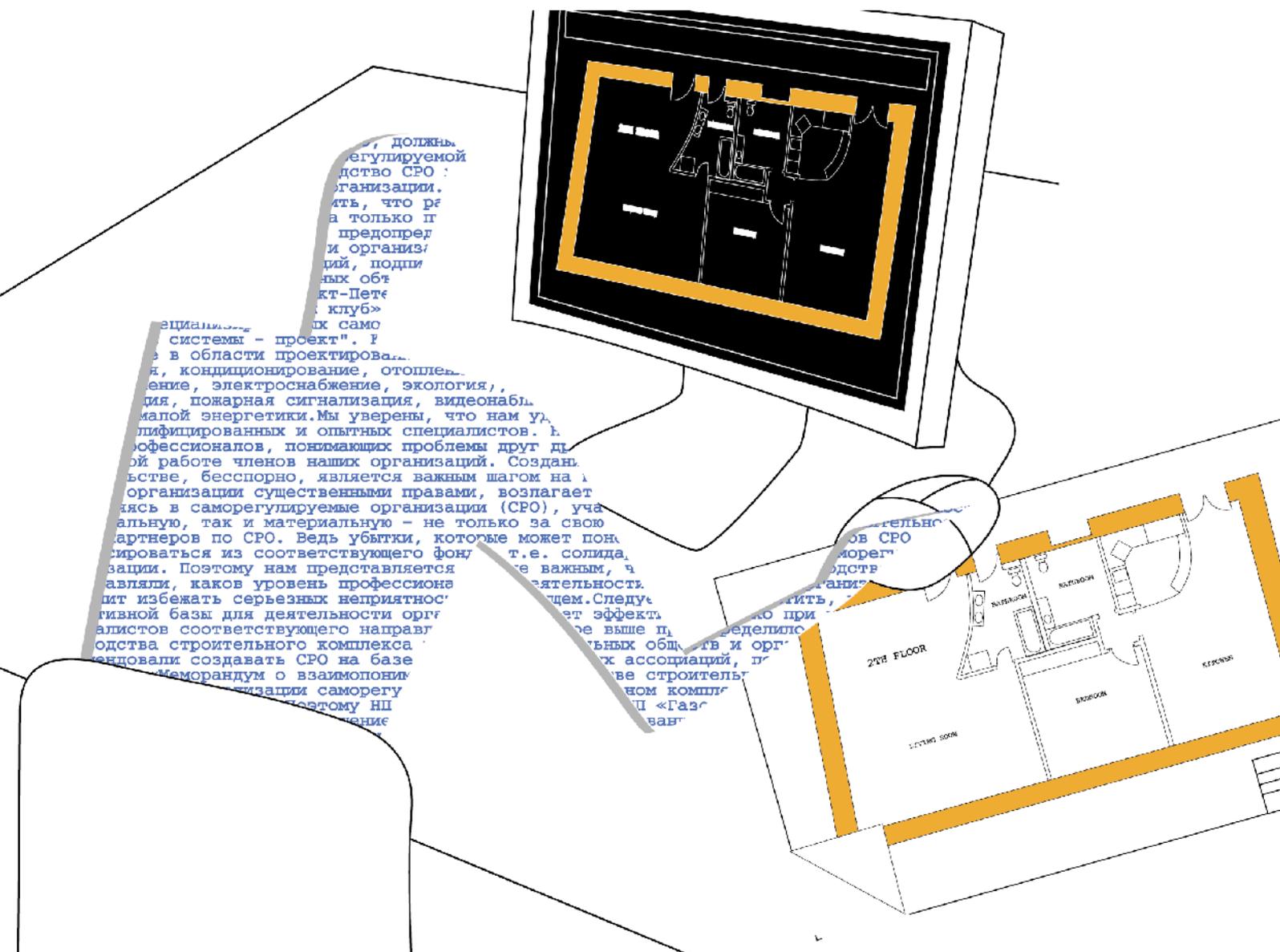
**197342, Санкт-Петербург,
Сердобольская ул., д. 65 , лит. А
Тел./факс: (812) 336-95-60**

Условия членства:

Вступительный взнос: 5000 руб.

Ежеквартальный членский взнос - 19500 руб.

Взнос в компенсационный фонд - от 50000 руб.



www.sro-isp.ru
spb@sro-is.ru



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**



«ДОРОГОБУЖКОТЛОМАШ» — СДЕЛАНО В РОССИИ

Лидия Туманцева, журналист

Сегодня немалое количество российских производителей столкнулось с проблемой поставок импортных комплектующих для своей продукции. ООО «Дорогобужкотломаш» (входит в ГК «ЕКС») — одно из ведущих предприятий промышленной отрасли Смоленской области — исключение. Завод, которому в этом году исполняется 60 лет, не только продолжает бесперебойно выпускать отопительные котлы различной мощности, но и производит их исключительно с отечественными комплектующими. С производством и продукцией предприятия ознакомился наш журналист в ходе пресс-тура, прошедшего в мае этого года.

О заводе

Участники в ходе посещения познакомились с масштабной производственной базой ДКМ, увидели полную цепочку производства котельного оборудования, а также посетили инженерно-проектный центр — место, где воплощаются все новые технологические идеи и зарождаются новые котлоагрегаты.

— Завод «Дорогобужкотломаш» является одним из крупнейших и лучших российских производителей водогрейных котлов и запасных частей, лидером в области ком-

плексных решений для теплоснабжения, энерго- и ресурсосбережения. «Дорогобужкотломаш» — это бренд, проверенный временем — в этом году предприятию исполнилось 60 лет! — рассказывает о заводе **исполнительный директор предприятия Александр Борцов.**

Действительно, масштабы производства, не прекращающего свою работу вопреки всем трудностям, поражают. За 60 лет деятельности заводом выпущено 18 тысяч единиц продукции.

— Мы выпускаем котлы различной мощности и размеров, —

рассказывает **заместитель начальника ОТК Людмила Полупан.** — Начинали в 1962 году с освоения водогрейных водотрубных котлов ТВГМ-30, предназначенных для дооснащения производственно-отопительных котельных. На их базе при участии специалистов Центрального котлотурбинного института им. Ползунова был разработан новый тип прямоточных теплофикационных водогрейных модернизированных котлов ПТВМ-30М. И качеству нашей продукции мы всегда уделяли большое внимание.



Совещание в дирекции завода

Отметим, что на заводе и сегодня организован поэтапный контроль качества продукции. На каждом производственном участке — отдельный контролер. Также ведется визуальный и механический входной контроль поступающих от партнеров комплектующих.

— Если мы получили продукцию с недокомплектом результатов каких-либо испытаний, мы эти испытания проводим сами, — добавила **Людмила Полупан**.

Над новыми конструкторскими решениями на «Дорогобужкотломаш» работает целый инженерно-проектный центр. При этом никаких кульманов и линеек — весь процесс компьютеризирован.

— Мы не только проектируем конструкции новых моделей продукции и полного комплекта оборудования, — разъяснил **руководитель инженерного центра Александр Артамонов**, — мы пишем для них свои компьютерные программы, составляем схемы систем котлов, а также полный пакет рабочей документации, чтобы заказчикам было удобно работать с нашей продукцией.

Кроме этого, конструкторы завода могут изменить типовую модель котла, учитывая требования клиентов, под необходимые габариты.

Отметим, что в начале мая специалисты ООО «Дорогобужкотломаш» организовали и провели совместно с АС «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД» под эгидой НОПРИЗ круглый стол, где решались вопросы возможности совмещения выходной проектной продукции завода с требованиями практикующих проектировщиков.

Производство

Перед тем как попасть на производственную площадку, каждый посетитель предприятия проходит инструктаж по технике безопасности, расписывается в журнале и получает каску, которую на протяжении всего времени пребывания в заводских цехах снимать категорически запрещено. На предприятии более 30 рельсовых кранов, перемещающих грузы, в цехах — железнодорожные рельсы, поэтому меры безопасности — прежде всего!

Началось знакомство с производством на участке жаротрубных котлов мощностью свыше 3 МВт.

— На механическом участке происходят заготовительные работы для дальнейшей сборки котлов, — рассказывает **первый заместитель**



Знакомство с производством

исполнительного директора, руководителя производства Виталий Дмитриев. — Здесь изготавливаются котлы большой мощности, изолируются, декорируются ламинатом и отправляются на участки упаковки.

Жаротрубные котлы большой мощности — один из основных видов продукции ООО «Дорогобужкотломаш». Во время посещения предприятия в работе находился агрегат мощностью 50 МВт, занимающий при отгрузке заказчику порядка десяти фура.

Отметим, что ранее котлы с завода уезжали на железнодорожных платформах. Сегодня, поскольку мало заказчиков способно принять у себя поезд с продукцией, предприятие организовало доставку автотранспортом.

— Наша продукция давно зарекомендовала себя не только на территории бывшего Советского Союза, но и за рубежом, — констатирует **начальник производственного участка большой мощности Владимир Петров**. — Котлы «Дорогобужкотломаш» успешно работают в Сирии, Монголии, Китае, Ливии, Узбекистане, а также на Байконуре, в Казани. Среди наших заказчиков — ТГК, Газпром, РЖД.

На заводе пояснили, что при запуске котла во время пусконаладочных работ производится наладка горелки, для того чтобы в процессе использования агрегатов не образовывался нагар.

— Чистки камеры сгорания не требуется при правильной настройке горелки, — заявил **Владимир Петров**. — Пусконаладочные

работы производятся нашими коллегами по ГК ЕКС. Сервисное обслуживание мы делаем сами.

На предприятии есть собственная сервисная служба, которая не только консультирует клиентов дистанционно, но при необходимости выезжает на место для решения проблем, если таковые возникают.

В основной ситуации, требующие вмешательства заводских специалистов, случаются при монтаже оборудования. В процессе эксплуатации вопросов возникает мало. Но «Дорогобужкотломаш» продолжает организованный еще в советские времена выпуск комплектующих к своей продукции и оперативно организует их поставку и замену.

В частности, на предприятии работает достаточно большой заготовительный участок, где к летнему ремонтному сезону ведется подготовка (гибка) труб.

Производственный график завода организован по сезонному принципу: до зимних холодов идет основное производство продукции, до наступления лета — заготавливаются комплектующие. Однако график этот не четкий: у предприятия много заказов, поэтому полного разделения производства по сезонам нет.

ЧПУ и цифра

Кроме цифровых программ, используемых в инженерном центре, на «Дорогобужкотломаш» работают станки с ЧПУ, программы для которых пишутся тут же, на заводе. Эти станки обеспечивают лазерный раскрой и плазменную резку деталей котлов.

— Станок лазерной резки может работать как на программе по выпуску детали, полученной от наших конструкторов, так и по типовой программе раскроя, — рассказал **оператор станка ЧПУ Константин Разживайкин**. — Такая программа позволяет вести переработку отходов. Остатки металлических листов от крупных заготовок раскраиваются, и из них делаются более мелкие детали.

На участке плазменной резки для изготовления жаротрубных, водогрейных котлов, горелочных устройств и металлоконструкций организована круглосуточная работа операторов в три смены. Оператор раскладывает заготовки на рабочей поверхности станка, запускает программу, сверяет габариты и края реза получаемых заготовок, а также выполняет небольшие ремонтные работы. Прикрепленный к участку IT-специалист устраняет сбои в работе программ.

— Поскольку участок небезопасный, то после завершения его утепления будет установлена вытяжка по удалению мелкодисперсной пыли, — добавил **Константин Разживайкин**. — На данный момент уже прорабатывается проект ее обустройства.

Главный технолог ООО «Дорогобужкотломаш» Александр Годунов рассказал о работе участка по изготовлению жаротрубных котлов, расположенного рядом с участком металлозаготовки.

— После раскроя металла и вальцовки на автоматической сварочной колонне на заготовках прокладываются продольный и/или кольцевой швы, — объяснил **Александр Годунов**. — Оператор запускает колонну, и в автоматическом режиме в аппарат подается флюс, проволока, а также производится регулировка толщины шва.

Кроме этого, колонна автоматически синхронизирует вращение обечайки и выдвижение консоли для обеспечения качественного и ровного продольного кольцевого шва. В зависимости от толщины металлических листов и установленного режима процесс сварки занимает от 5 до 10 минут.

Отметим, что на этом участке производится изготовление конвективной части и трубной системы, а также проводятся гидравлические испытания.



Проверка качества продукции завода

Забота о качестве

Кроме гидравлических, на заводе в собственной лаборатории производятся испытания горелочных устройств после изготовления перед запуском в серийное производство, ведется сравнение теоретических расчетов с практическими испытаниями.

— Основным направлением исследований лабораторий являются испытания горелочных устройств, — рассказал **начальник участка блочно-модульных котельных и горелочных устройств и испытательной лаборатории Дмитрий Войтенко**. — Это сердце наших котлов. А поскольку сердце сбоев давать не должно, то наши горелки и наше программное обеспечение мы испытываем в очень жестких условиях.

Отметим, что испытания проходят на стендах, также разработанных в ООО «Дорогобужкотломаш» при участии белорусских партнеров — компании «ТермоБрест».

Импортозамещение

Переход на отечественные и дружественные оборудование и комплектующие на заводе начался давно. И это не связано с геополитическими и экономическими ситуациями.

Идя навстречу клиентам, «Дорогобужкотломаш» сократил сроки поставки комплектующих и ремонтно-наладочные работы именно за счет перехода на импортозамещение.

Одним из партнеров завода является компания ОВЕН — российский разработчик и производитель контрольно-измерительных приборов, программируемых контроллеров, датчиков и средств промышленной автоматизации.

— Для работы с продукцией «Дорогобужкотломаш» мы создали модель контроллера КТР 121, — прокомментировал сотрудничество предприятий **продукт-менеджер компании ОВЕН Максим Крец**. — Она учитывает специфику работы котлов. Раз-



Готовая продукция

работка модели велась в тесном общении с представителями завода. Наши специалисты несколько раз приезжали на производство. В результате мы нашли конструктивно выигрышное решение.

Поиск партнеров в ООО «Дорогобужкотломаш» продолжается. В ходе посещения предприятия представителями СМИ в заводских цехах проходили испытания сварочных аппаратов производства Санкт-Петербургского предприятия ООО ТЦ «ТЕНА».

— Наш сварочный аппарат полнотью российского производства, включая комплектующие, и по своим характеристикам не уступает западным аналогам, — заявил **представитель ООО ТЦ «ТЕНА» Никита Шибеев**. — Мы предоставили оборудование для тестирования специалистам «Дорогобужкотломаш». Они остались довольны. В ближайшее время заключим контракт на поставку.

Кадры решают все

Помимо поиска производственных партнеров, на заводе ведется работа по привлечению квалифицированных кадров.

Кроме профессионалов, на предприятии рады молодым специалистам. В частности, студенты МЭИ, выпускники технических колледжей здесь не просто проходят стажировку, а начинают строить свою карьеру и получают реальную путевку в жизнь.

— Мы планируем создать на нашей производственной базе обучающий центр подготовки и переподготовки специалистов, — рассказала на круглом столе, прошедшем после посещения предприятия, **исполни-**

тельный директор завода Александр Борцов. — В реализации работы с кадрами нам очень помогает Администрация Смоленской области, в частности, наше профильное ведомство — Департамент по энергетике, энергоэффективности, тарифной политике.

Действительно, на заводе «Дорогобужкотломаш» созданы все условия для развития кадров: разработана система мотивации, поддержки и социальной защиты трудового коллектива, есть собственная столовая, организована развозка сотрудников до городов Дорогобуж и Сафроново.

Отметим, что на заводе, кроме достаточно широкой линейки мер социальной поддержки, есть собственная трасса «Формула-1». Десять лет назад предприятие построило рядом с заводом трек для международных соревнований грузовых автомобилей и успешно принимало ряд турниров. Автодром оценил даже **Выборгская ракета, первый российский гощик «Формулы-1» Виталий Петров**.

Сегодня трасса поддерживается в идеальном состоянии и используется заводскими автолюбителями скоростей на легковых машинах.

— Большая редкость и заслуга руководства завода — суметь сохранить технический потенциал в течение стольких лет, продолжать неустанно развивать производство и быть флагманом теплотехники, — подчеркнул **заместитель начальника Департамента Смоленской области по энергетике, энергоэффективности, тарифной политике Алексей Лукашев**. — Совместно с Администрацией области

организуются экскурсии для сотрудников и их детей, в том числе и в Москву, походы в театр, выезды на предприятие концертных бригад, проведение спортивных соревнований. Но, конечно, мы работаем не только по социальной линии.

Далее **Алексей Лукашев** отметил, что с руководством завода Администрацией Смоленской области ведется постоянный конструктивный диалог, в том числе и на различных профильных дискуссионных площадках. Затрагиваются темы повышения качества продукции теплоснабжающей отрасли, ее энергоэффективности, а также внедрения энергосберегающих технологий на самом предприятии.

Круглый стол

Возвращаясь к дискуссии, на круглом столе также были обсуждены темы инноваций в теплоснабжении, цифровых решений для проектных организаций и устойчивого развития.

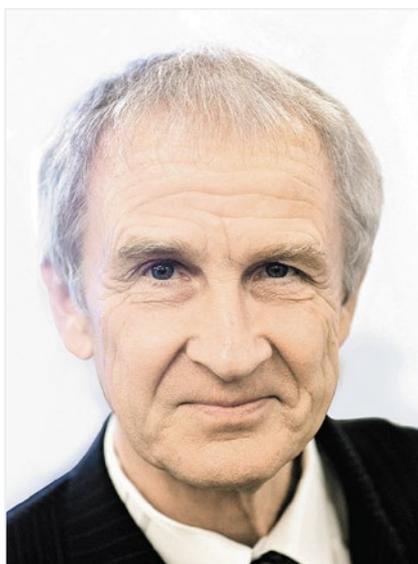
— Главный вектор развития завода сегодня — осуществить качественный рывок в импортозамещении для всей теплоэнергетической отрасли страны, — заявил **Александр Борцов**. — Необходимо увеличить номенклатуру продукции, восполнив ниши, которые остались после ухода с российского рынка западных производителей котельного оборудования, опережая потребности клиентов, и решить задачи теплоснабжения комплексно, качественно и эффективно. Для достижения этих задач очень важно привлекать компетентных российских партнеров. В этом направлении мы двигаемся и будем двигаться.



«Дорогобужкотломаш» — сделано в России!

ЛОКАЛИЗОВАННОЕ ДИСТАНЦИОННОЕ ТЕПЛОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАКРУЧЕННОЙ СТРУЕЙ

*Ю. Н. Марр,
советник генерального директора
АО «НПО «Тепломаш»*



ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ МАРР
Кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
советник генерального директора
АО «НПО «Тепломаш» по научно-
техническим вопросам, специалист в
области теплообмена и прикладной
гидроаэродинамики.
В 1963 году окончил энергомашинно-
строительный факультет Ленинград-
ского политехнического института
имени М. И. Калинина.
В 1969 году защитил кандидатскую
диссертацию. С 1963 по 1990 год ра-
ботал в ЛенНИИХиммаше на научных
должностях.
С 1999 года работает в АО «НПО «Теп-
ломаш». Автор более чем 60 научных
трудов, в том числе двух книг и 26 изо-
бретений.
Разработки Ю. Н. Марра послед-
них лет реализованы в продукции
АО «НПО «Тепломаш».

Воздушное отопление помещения тепловентиляторами (или охлаждение фанкойлами) охватывает своим воздействием все внутреннее пространство. Эти приборы всасывают воздух помещения, нагревают или охлаждают его и выпускают в виде струй. В пространстве помещения возникает глобальная циркуляция воздушных масс разомкнутого характера: прежде чем воздушные массы, выпущенные в струе прибора, снова попадут в спектр всасывания, они проделают длинный путь, полностью перемешиваясь.

На практике часто возникает необходимость создания локализованного в пространстве конвективного воздействия, например, обогрев только одного рабочего места или охлаждение ограниченной партии продуктов в незаполненном складе. Используемые для этих целей тепловентиляторы или фанкойлы точно так же работают по разомкнутому циклу. Выпущенная нагретая или охлажденная струя после контакта с намеченным объектом рассеивается в пространстве помещения, а на всасывание (т. е. в теплообменник прибора) поступает воздух основного помещения (холодный или теплый). В результате тепловая (холодильная) мощность прибора становится наибольшей для заданных температурных условий. Ее остатки после воздействия полностью рассеиваются.

Эффективность локализованных конвективных воздействий можно повысить в замкнутом цикле посредством так называемого «дистанционного всасывания» [1]. Истекающая из сопла кольцевая закрученная струя экранирует об-

разовавшийся внутри струи протяженный факел всасывания с уходящим во всасывающий патрубок потоком. Этим исключается бесполезное рассеяние отработанного тепла (холода). Устройство, реализующее конвективное воздействие с дистанционным всасыванием, отличается от описанных в [1] (например, по [2]) тем, что в воздушном тракте установлен теплообменник — воздухонагреватель или воздухоохладитель. В настоящей работе сделаны оценки эффективности локализованного конвективного теплового воздействия в замкнутом цикле на основе структуры дистанционного всасывания.

1. Факел всасывания формируется в пределах рециркуляционной зоны с обратными токами и отсасыванием [1]. Разрежение в зоне зависит от тангенциальной скорости, степени закрутки в сопле и интенсивности отсасывания. Разрежение убывает по длине зоны. При посадке факела на опорную поверхность (пол, стенка) вдоль оси симметрии образуется концентрированный вихрь смерчевого ти-

па. Устойчивая длина свободного факела зависит от отношения расходов всасывания и струи на выходе из сопла $G_{вс}/G_o$. По [1] расчетная оценка длины имеет вид

$$L_{\phi} = L_{\phi} / D_o \approx 2\bar{w}_o(1 + \delta'_{прит} - \delta'_{вс}), \quad (1)$$

где $\delta'_{вс} = G_{вс}/G_o$; $\delta'_{прит} = \Delta G_{прит} / G_o$ — относительное приращение притока к струе на длине зоны, обусловленное действием дополнительного разрежения, создаваемого всасывающим патрубком $\Delta P_{вс}$; D_o — диаметр сопла; $\bar{w}_o = w_{мо} / u_o$ — характерный параметр крутки [3]; $w_{мо}$ — максимальная тангенциальная скорость на выходе из сопла; u_o — осевая скорость струи на выходе из сопла.

При $\delta'_{вс} \rightarrow 0$ слагаемое $\delta'_{прит}$ также стремится к нулю и факел всасывания мало отличается от области обратных токов рециркуляционной зоны. Длина зоны без отсасывания в зависимости от параметра крутки может достигать четырех диаметров сопла (при $\bar{w}_o = 2$). Включение интенсивного отсасывания ($\delta'_{вс} \rightarrow 1$) укорачивает зону непосредственно через удаление из нее массы, но одновременно и удлиняет через дополнительный приток массы, который характеризуется в (1) слагаемым $\delta'_{прит}$, по оценке [1], порядка единицы. Таким образом, при $\delta'_{вс} \rightarrow 1$ длина факела составляет те же четыре диаметра сопла.

Предполагается [3], что разрежение в области рециркуляционной зоны, формирующее симметричный градиент давления, вызывает движение масс из окружающего пространства в поперечном направлении к струе. Подтекающие массы вливаются в струю. Характерно, что этот процесс не имеет ничего общего с эжекцией обычных затопленных струй, однако полный расход в струе, включающий присоединенные массы $G_{пс}$, определяют параметром, аналогичным коэффициенту эжекции, $\lambda_{пс} = (G_o + G_{пс})/G_o$. Установлено [4], что наиболее интенсивное вливание в струю присоединенных масс происходит в диапазоне гидравлических длин $x/d \leq 5$, т. е. в окрестности циркуляционной зоны, где и формируется наибольшее разрежение. За пределами этой области $x/d > 5$ темп поступления присоединенных масс заметно снижается.

Расход подсоса к корню струи для $x/d \leq 5$ можно оценить по зависимости Д. Н. Ляховского, полученной на основе обобщения экспериментальных данных по закрученным струям еще в середине прошлого столетия (ссылка [90] в [4]):

$$\Delta \bar{G} = 0,5\Theta_n + 0,207(1 + \Theta_n)(x/d). \quad (2)$$

В (2) параметр крутки Θ_n принят равным удвоенной величине параметра стандартного вида $\Theta = M/KR$, который приближенно можно выразить через отношение тангенциальной и осевой скоростей $\Theta \approx W/U$, где M — поток момента количества движения струи; K — поток количества движения струи (осевой импульс); R — радиус сопла (устья). С учетом (2), $\lambda_{пс} = 1 + \Delta \bar{G}$.

При интенсивной крутке с $\Theta = 2,0$ ($\Theta_n = 4$) на длине зоны в четыре диаметра сопла (без отсасывания) расход присоединенной массы ($\lambda_{пс} - 1$) по выражению (2) составит 6,14 расхода струи. Таким образом, $\lambda_{пс} = 7,14$ для $L_{\phi} = 4,0$.

Это означает, что горловина сильно закрученной струи даже без отсасывания из зоны обратных токов превращается в протяженную структуру, индуцирующую интенсивное подтекание масс из окружающего пространства и встраивание их в саму структуру.

Отсасывание из зоны, как было показано, добавляет к $\lambda_{пс}$ приблизительно еще один расход струи, и получается окончательно $\lambda_{пс} \approx 8,0$. В свободной струе (не опертой на поперечную плоскость) подтекающие массы встраиваются в струю, получают свою долю вращательного и осевого движения (импульса), а ниже по течению за пределами зоны пополняются новыми подтекающими массами (правда, уже со значительно меньшей интенсивностью). В струе, опертой на плоскость концом всасывающего факела, поток присоединенной массы (около семи расходов струи при $\Theta = 2,0$) отделяется от струи и растекается по плоскости опоры. Растекание масс вокруг нижней части горловины струи, ограниченной плоскостью, с одновременным подсосыванием по высоте струи формирует мощную кольцевую вторичную циркуляцию тороидального вида.

Ваш чистый и комфортный воздух вместе с



БЫТОВЫЕ СПЛИТ-СИСТЕМЫ CLL5000



СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, ОТОПЛЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Официальный Эксклюзивный Торговый партнер BOSCH по Санкт-Петербургу и Ленинградской области

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, УЛ. РАЗЪЕЗЖАЯ, 12, ОФ. 43
ТЕЛ.: (812) 441 35 30, WWW.SPB-ARKTIKA.RU

МОСКВА, УЛ. ТИМИРЯЗЕВСКАЯ, 1, СТР. 4.
ТЕЛ.: (495) 981 15 15, WWW.ARKTIKA.RU

Для сравнения с незакрученными струями приведем величины коэффициентов эжекции. Свободная осесимметричная турбулентная струя (сплошная — не кольцевая) имеет $\lambda_3 = (0,38/\zeta)(x/d)$, где ζ — коэффициент качества струи (практически в технических устройствах ζ не бывает больше 0,8 [5]). Принимая $x/d = \bar{\Gamma}_3 = 4,0$, получим всего лишь $\lambda_3 = 1,9$. В данном случае гидравлическая длина $x/d = 4,0$ формально меньше начального участка «нормальной» осесимметричной струи $\bar{\Gamma}_{нач/ос} = 5,9$. Однако сделанная оценка допустима, поскольку возмущения потока в технических устройствах обычно ликвидируют начальный участок. В результате расход присоединенной массы в сильно закрученных струях может до семи раз превышать расход эжектированных масс незакрученных осесимметричных струй

$$(\lambda_{пм} - 1)/(\lambda_3 - 1) = (7,14 - 1)/(1,9 - 1) = 6,8.$$

Таким образом, сильно закрученная струя, посаженная концом циркуляционной зоны (или факела всасывания) на опорную плоскость, формирует в окружающем ее пространстве тороидальную структуру, в которой циркулирует 6-7-кратный расход струи.

2. Схема такой вертикально ориентированной структуры показана на рис. 1. В ограниченном пространстве структура может оказаться сильно деформированной. Как было сказано, сильное разрежение закрепляет факел на стенке (на рис. 1 на полу), в нем возникает смерчевая вихрь и формируется сложная картина взаимодействия факела с окружающими и обтекающими его массами. Детали этой картины можно восстановить по экспериментальному изучению поведения вихревой нити в вихревой камере [6]. Разумеется, вихревая камера и рециркуляционная зона с факелом всасывания закрученной кольцевой струи — неидентичные объекты. Однако особенности взаимодействия вихревой нити с дном камеры могут оставаться аналогичными поведению смерчевого вихря в опертном на пол факеле всасывания.

Основная особенность этой структуры состоит в том, что резкое увеличение местной тангенциальной скорости с приближением к вихрю сопровождается таким же резким падением статического давления. В камере эпюры давления не меняются по высоте камеры и соответствуют значениям донного давления. По высоте

свободного (не опертго на плоскость и без вихря) факела всасывания давление будет падать до максимального разрежения на срезе сопла. Однако после образования вихря возможно некоторое выравнивание разрежения по высоте факела с приближением донного давления к давлению во всасывающем патрубке.

Фотографии в [6] показывают, что вдали от дна камеры частицы жидкости движутся по круговым траекториям, тогда как в донной области движение происходит по спиральным траекториям к центру. Это обусловлено образованием торцевого пограничного слоя при взаимодействии вихря с плоскостью. Это же приводит и к локализации завихренности в центральной части стенки и генерации из нее концентрированного вихря. Стягиваемые по стенке массы жидкости образуют интенсивный осевой поток вдоль вихря. В вихревой камере в этот поток переходит жидкость, поступающая в камеру из закручивающих сопел. В закрученной струе под действием вихря будут стягиваться не только массы из ядра постоянного расхода, но и массы обтекающего потока, поступающие через периферию области захвата.

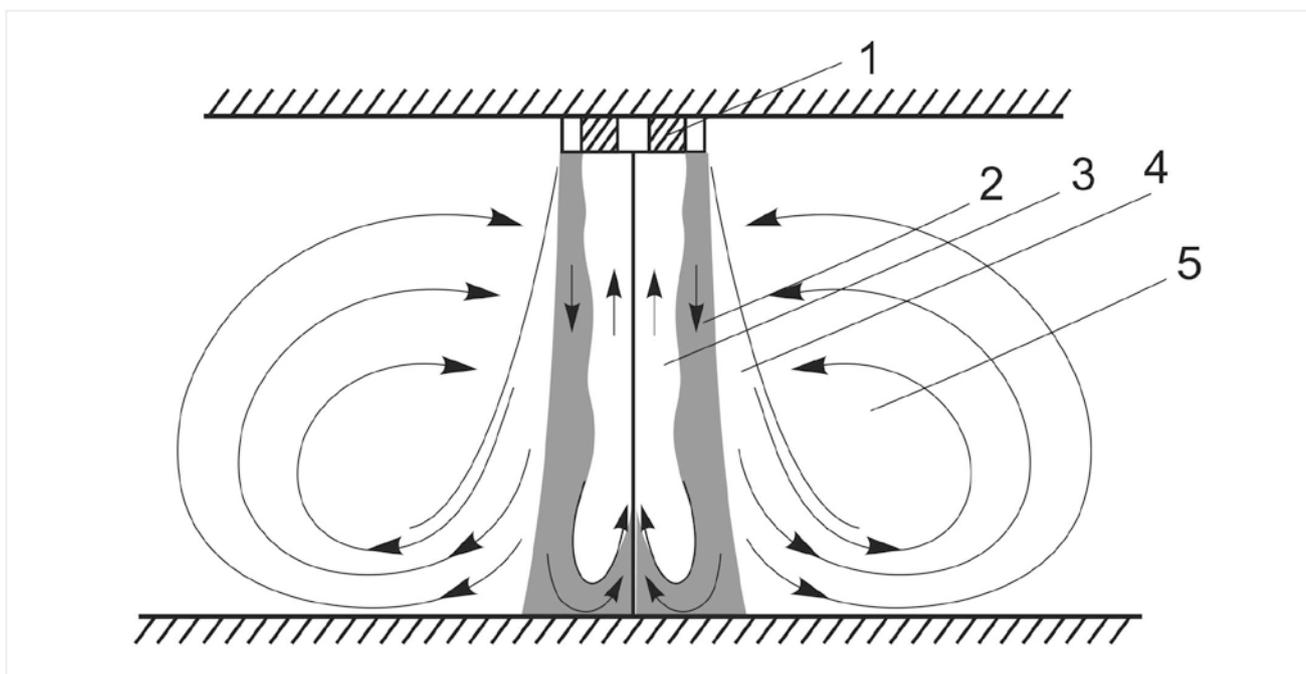


Рис. 1. Схема кольцевой закрученной струи:
 1 — сопло;
 2 — ядро постоянного расхода;
 3 — факел всасывания;
 4 — присоединенные массы;
 5 — тороидальная рециркуляционная структура

Захват этих масс — наиболее сложная часть картины взаимодействия. Граница закрученной струи, упирающейся в пол, характеризуется противоположно направленными движениями. С одной стороны, часть ядра постоянного расхода вместе с присоединенными массами отсоединяется на некоторой высоте, где еще не действуют силы стягивания, и переходит в рециркуляционную структуру. С другой стороны, массы, окружающие струю и обтекающие ее по полу, попадают в область стягивания к центру и переходят в факел всасывания. Доля последних в общем расходе отсасывания, по-видимому, будет тем больше, чем относительно короче организован факел всасывания по отношению к его длине свободного состояния, т. е. чем сильнее будет разрежение на полу и интенсивнее стягивание масс к центру.

Согласно [2], область интенсивного захвата в факеле всасывания достигает 4–5 диаметров всасывающего патрубка. Это примерно соответствует рекомендованному в том же источнике соотношению: диаметр кольцевого сопла должен быть не менее чем в пять раз больше диаметра всасывающего патрубка. В [2] данная рекомендация преследует цель исключения неустойчивости вихря при взаимодействии близко протекающих противоположно направленных потоков и предотвращения его разрушения с выбросами за пределы факела всасывания. С другой стороны, рекомендация [2] совпадает с известной рекомендацией [6] диафрагмировать выход из вихревой камеры для получения устойчивого вихря.

3. Рассмотрим закрученную струю с внутренним дистанционным отсасыванием **применительно к энергосберегающему тепловентилятору для локализованного теплового воздействия в пространстве.** Энергосберегающий эффект такого тепловентилятора основан на использовании замкнутого цикла циркуляции, допускаемого дистанционным всасыванием. Полное отсасывание ядра постоянного расхода струи сформирует замкнутый цикл локализованного конвективного теплового воздействия на подстилающую по-

верхность и примыкающее к ней пространство. Этим исключается бесполезное рассеяние отработанного тепла (холода), как это происходит со струями обычных тепловентиляторов.

Различие температур струи и окружающего воздуха обусловит теплообмен между ядром постоянного расхода и присоединенными массами. Превалирующим механизмом теплопереноса будет турбулентный обмен молями. Растекающиеся по полу от факела присоединенные массы будут уносить и рассеивать перенесенную в них теплоту (или холод), а ядро струи, полностью (или большей своей частью) переходящее в факел всасывания, выйдет на заданный объект воздействия с соответствующей недостачей теплоты (или холода). Понятно, что даже с учетом затрат на собственно тепловое воздействие на заданный объект возвращающийся поток воздуха подойдет к теплообменному аппарату с температурой, отличающейся от окружающей среды. В этом и будет состоять экономия тепловой (холодильной) мощности замкнутого цикла в сравнении с разомкнутым.

4. Описанное в разделе 1 интенсивное движение в окружении струи наводит на мысль о возможном значительном уносе теплоты по длине струи, который ослабит предполагаемую экономию. Сделаем сравнительную оценку тепловой мощности, подводимой к приборам для локального обогрева выделенного объекта, при следующих заданных условиях:

- Расходы воздуха на выходе из прибора $G_o = idem$.
- Осевая скорость на выходе из сопла и из тепловентилятора $v_o = idem$.
- Температура окружающей среды $t_a = idem$.
- Температура струи, натекающей на объект воздействия, $t_c = idem$.
- Высота установки приборов над объектом $H = 2,5d_o = idem$.

Эффективность замкнутого цикла оценим отношением его тепловой мощности $Q_{зц}$ к тепловой мощности обычного тепловентилятора $Q_{тв}$

$$\varepsilon = Q_{зц} / Q_{тв} \quad (3)$$

Наружный блок Air Flux 6300 Bosch — различные решения для любых задач

Air Flux 6300 представляет собой трехтрубную систему VRF. Вместе с новым гидромодулем Hydro Box и распределительными блоками SBOX блоки серии AF6300 в сочетании с внутренними блоками Air Flux служат решением для любых задач. Охлаждение, нагрев и подготовка горячей воды для бытовых нужд в одной системе, причем одновременно!

Длина трубопроводов до 1000 м и разность высот между внутренним и наружным блоками до 110 м позволяют использовать данное решение даже в больших зданиях. Система поддерживает возможность одновременного охлаждения и нагрева — это позволяет управлять климатом в помещении в зависимости от потребностей, что особенно удобно в гостиницах или зданиях, обращенных к северу и югу.

Все модели Air Flux 6300 допускают модульное подключение, однако также могут использоваться как отдельные блоки. Одиночные блоки имеют производительность до 50 кВт. Возможно модульное подключение до трех блоков, это обеспечивает общую производительность системы 150 кВт.

Шесть моделей распределительных блоков (SBOX) позволяют подключать до 60 внутренних блоков. На базе распределительных блоков SBOX01-1L возможна реализация функции автоматического обнаружения утечки.

Блоки Air Flux 6300 малозумны — уровень звукового давления всего 58 дБ(А) (22 и 25 кВт). Дополнительно имеется возможность снижения уровня звукового давления в ночное время на 8 дБ(А).

Air Flux 6300 обладают высокой эффективностью: SEER до 7,3 и SCOP до 4,6. Работа в режиме нагрева при температуре наружного воздуха до -25 °С.

www.spb-arktika.ru, (812) 441-35-30,
www.arktika.ru, (495) 981-15-15



Шумоглушители угловые канальные для прямоугольных воздуховодов RSUH, RSUV производства завода «Арктос»

Завод «Арктос» приступил к серийному производству нового вида продукции — шумоглушители угловые канальные для прямоугольных воздуховодов RSUH, RSUV.

Данные шумоглушители предназначены для снижения аэродинамического шума, распространяющегося в воздуховодах прямоугольного сечения. Глушение шума происходит за счет поглощения звуковых волн материалом вставки кассеты.

RSUH и RSUV применяются в системах вентиляции и кондиционирования воздуха низкого и среднего давления.

Шумоглушитель RSUH устанавливается в вентиляционный канал в местах поворота на 90° в горизонтальной плоскости, а шумоглушитель RSUV — в местах поворота на 90° в вертикальной плоскости независимо от направления движения воздуха.

Шумоглушители разработаны для монтажа в ограниченном пространстве, когда нет возможности разместить все вентиляционное оборудование в линию.

Также RSUH и RSUV за счет поворота и увеличения длины звукопоглощающего канала (особенно у больших типоразмеров) имеют более высокую эффективность по сравнению с пластинчатыми глушителями практически во всем частотном диапазоне. Затухание вследствие изгиба канала вызывается отражением части звуковой энергии в ту часть канала, которая находится перед изгибом, а также звукопоглощением в результате падения звука на облицованную стенку в месте изгиба канала.

Данные шумоглушители характеризуются достаточно высокой эффективностью практически всех выпускаемых типоразмеров в широком диапазоне частот.

По вопросам приобретения этой и другой продукции вы можете обратиться к официальному дистрибьютору — компании «Арктика»:

+7 (495) 981-15-15 в Москве,
+7 (812) 441-35-30 в СПб,
www.arktika.ru, www.spb-arktika.ru,
www.arktoscomfort.ru.



Для обычного тепловентилятора допустимо принять, что его струя целиком воздействует на заданный объект, полностью перемешивается. Это приводит к достаточному выравниванию температуры, так что температура t_c приблизительно равна среднемаховой в конце струи (далее теплоемкости опущены)

$$(G_0 + G_3)t_c = G_0 t_0 + G_3 t_a$$

или

$$\begin{aligned} (t_0 - t_a) &= \lambda_3(t_c - t_a) \\ Q_{тв} &= \lambda_3 G_0(t_c - t_a). \end{aligned} \quad (4)$$

В устройстве с дистанционным всасыванием, в силу отделения присоединенных масс, будем говорить о температуре струи t_c применительно к ядру постоянного расхода. При этом потери теплоты от ядра в присоединенные массы будут равны

$$\Delta Q_{пот1} = G_0(t_0 - t_c) = \bar{Q}_{пот1} G_0(t_0 - t_a). \quad (5)$$

Здесь потери $Q_{пот1}^-$ представлены в форме, как в [5], а температура t_0 отличается по величине от аналогичной температуры в (4).

Кроме потерь по выражению (5), следует учесть потери теплоты при воздействии струи непосредственно на объект

$$\Delta Q_{пот2} = G_0(t_c - t_{вс}), \quad (6)$$

где $t_{вс}$ — температура потока, уходящего по факелу всасывания в теплообменный аппарат. Потери $\Delta Q_{пот2} = a \Delta Q_{пот1}$ зададим для простоты как часть потерь $\Delta Q_{пот1}$. Тепловая мощность устройства $Q_{зц}$ равна сумме потерь

$$Q_{зц} = G_0(t_0 - t_{вс}) = \Delta Q_{пот1} + \Delta Q_{пот2} = (1 + a) \Delta Q_{пот1}. \quad (7)$$

Для использования (7) совместно с (5) в (3) необходимо температуру t_0 выразить через t_c посредством (5)

$$t_0 = (t_c - \bar{Q}_{пот1} t_a) / (1 - \bar{Q}_{пот1}), \quad (8)$$

откуда

$$\varepsilon = (1 + a) \bar{Q}_{пот1} / (\lambda_3(1 - \bar{Q}_{пот1})). \quad (9)$$

5. Сделаем оценку потерь $\bar{Q}_{пот1}$ для кольцевой закрученной струи. Для этого воспользуемся приближенным методом расчета тепло-

потерь плоской струи в [5], дополнив его особенностями закрутки. Суть подхода в [5] состоит в том, что ядро постоянного массового расхода рассматривается как поток в воображаемом канале с проницаемыми стенками, обменивающийся теплотой с окружающей средой, омывающей канал организованными движениями эжектированных масс. В нашем случае омывать воображаемый канал будут присоединяющиеся массы. Введение воображаемого коэффициента теплоотдачи от ядра к окружающей среде позволяет записать обычное балансовое соотношение между текущей температурой ядра и теплотеперьями через элемент площади воображаемого канала ядра. Далее это балансовое соотношение преобразуется в простейшее уравнение теории теплообменных аппаратов. После интегрирования в предположении постоянства коэффициента теплоотдачи по длине канала и ряда упрощений с аппроксимациями получено критерияльное уравнение теплоотдачи в виде

$$St = 0,065(L/b_0)^{-0,444}, \quad (10)$$

где $St = Nu/(RePr)$ — критерий Стантона; число Рейнольдса Re относится к потоку в воображаемом канале; L/b_0 — гидравлическая длина струи (канала, ядра постоянного расхода). В (10) использованы данные по распределению температуры в поперечном сечении свободной затопленной плоской струи и по ширине ядра постоянного расхода. Непосредственно из (10) получается выражение для параметра, называемого в теории теплообменных аппаратов числом единиц переноса $\varepsilon = \alpha F/W_{я}$

$$\varepsilon = 0,065 (L/b_0)^{0,556}. \quad (11)$$

Для нагретой струи (t_0), разделяющей области с различными температурами (t_1 и t_2), получено выражение относительных потерь теплоты в сторону среды с температурой t_1 (здесь обозначения температур по [5])

$$\bar{Q}_{пот} = 0,25(2 - \theta_2)[1 - \exp(-2\varepsilon)] + 0,5\varepsilon, \quad (12)$$

где $\bar{Q}_{пот} = Q_{пот} / (t_0 - t_1) W_{я}$; $W_{я} = C_p G_{я}$ — водяной эквивалент ядра постоянного расхода; $\theta_2 = (t_2 - t_1) / (t_0 - t_1)$.

Рассмотрим возможности переноса результатов (10) – (12) на кольцевую закрученную струю.

Аэродинамическую картину наружной стороны тонкой кольцевой струи с параметром $\beta = b_o/d_o \leq 0,1$, где b_o и d_o — ширина и диаметр кольцевого сопла, можно заменить плоской струей с начальной шириной b_o и с односторонней эжекцией. В этом случае выражение (12) может быть использовано для оценки теплотерь прямой точной кольцевой струи. На внутренней стороне струи можно приближенно принять $t_2 \approx t_o$, $\theta_2 \approx 1$ и упростить (12)

$$\bar{Q}_{\text{пот}} = 0,25[1 - \exp(-2\varepsilon)] + 0,5\varepsilon. \quad (13)$$

Выражения (10) – (13) получены с использованием экспериментальных результатов по распределению температур и скоростей в классических затопленных турбулентных струях, в которых процесс эжекции наружных масс осуществляется исключительно за счет естественного турбулентного переноса импульса. В закрученной струе в осредненном движении жидкость перемещается по раскручивающимся винтовым линиям тока. Наружные массы подтекают к струе под действием радиального градиента давления. Встречаясь на границе струи с вращающимися массами, они получают через хаотический перенос свою часть момента импульса и осевого импульса. Это сложное взаимодействие в плане аэродинамики можно интерпретировать как сильно интенсифицированное турбулентное движение. Из этого следует вывод, что полученные на естественном уровне турбулентности выражения (10) и (11) для условий закрученной струи дают заниженные значения теплопереноса. Невозможно дать строгую количественную оценку такой интенсификации турбулентности и теплопереноса. Однако качественная оценка может быть сделана на основе известных аналогов.

Например, при турбулентном течении в змеевике происходит интенсификация теплообмена за счет формирования вторичных течений, обусловленных искривлением канала. По различным расчетным зависимостям для змеевиков в многочисленной справочной литературе можно при-

нять для развитого турбулентного режима ($Re = 10^4 - 10^5$) коэффициент интенсификации 1,5 по отношению к прямолинейной трубе. Если допустить возможность применения этой оценки к нашему случаю, то коэффициент в (11) изменится с 0,065 на 0,1. Тогда, принимая гидравлическую длину струи $L/b_o = (H/d_o)/\beta = 2,5/0,1 = 25$, имеем по (11) с коэффициентом 0,1 $\varepsilon = 0,6$, а тепловые потери от ядра постоянного расхода по (13) $\bar{Q}_{\text{пот}} = 0,475$.

6. Для оценки коэффициента эжекции λ_3 струи из тепловентилятора необходимо знать ее гидравлическую длину $L_{\text{ТВ}} = L_{\text{ТВ}}/D_{\text{ТВ}}$, где $D_{\text{ТВ}}$ — эквивалентный гидравлический диаметр фронтального сечения тепловентилятора. Из равенства площадей выходных сечений приборов (равенство расходов и скоростей) найдем $D_{\text{ТВ}} = 2d_o[(1 - \beta)\beta]^{0,5}$, где $\beta = b_o/d_o$; b_o — ширина кольцевого сопла. Принимая $\beta = 0,1$ и учитывая, что $L_3 = 2,5$, получим $D_{\text{ТВ}} = 0,6d_o$ и $L_{\text{ТВ}} = 1,67 L_3 = 1,67 \times 2,5 = 4,2$. Здесь предполагалось, что выходящая из тепловентилятора струя быстро становится осесимметричной. Полученная гидравлическая длина струи из тепловентилятора до объекта воздействия $L_{\text{ТВ}} = 4,2$ меньше длины начального участка «нормальной» осесимметричной струи $L_{\text{нач/ос}} = 5,9$. Однако струя из тепловентилятора не имеет отношения к «нормальным» струям: она вытекает из прямоугольного отверстия, загроможденного трубчато-ребристой теплопередающей поверхностью. Эпюра скорости достаточно неравномерна, поток сильно турбулизирован и возмущен жалюзийным устройством. Поэтому начальный участок практически отсутствует, коэффициент качества струи не превышает $\zeta = 0,6$ [5], отсюда имеем $\lambda_3 = (0,38/0,6) L_{\text{ТВ}} = 2,66$.

Принимая $a = 0,3$, получим по (9) коэффициент эффективности

$$\varepsilon = (1,3 \times 0,475) / [2,66 \times (1 - 0,475)] = 0,442.$$

Как видно, **прибор с дистанционным всасыванием (по замкнутому циклу) почти в два раза эффективнее обычного тепловентилятора при локализованном тепловом воздействии.**

7. Примерная конструктивная схема устройства с дистанционным всасыванием может быть

представлена следующим образом. Корпус располагается в верхней части помещения над объектом теплового воздействия. В центре корпуса расположено колесо радиального вентилятора, установленного на вертикальной оси электродвигателя. Колесо всасывает воздух через патрубок в нижней части корпуса из факела всасывания. Нагнетание колеса осуществляется в кольцевую камеру, из которой поток проходит через секции теплообменных аппаратов по периметру камеры. Получив теплоту (или холод), воздух поступает в кольцевое устройство с поворотом потока на 90° , с закручивающимися лопатками и выходным соплом.

ВЫВОДЫ

Устройство с дистанционным всасыванием для конвективного теплового воздействия на локализованный в пространстве объект позволяет в два раза уменьшить затраты тепловой мощности в сравнении с обычным тепловентилятором (фанкойлом).

ЛИТЕРАТУРА

1. Марр Ю. Н. Дистанционное всасывание в технических приложениях // Инженерные системы. АВОК — Северо-Запад. № 1. 2022. С. 6–12.
2. Способ локальной вытяжной вентиляции и устройство для его осуществления. Патент RU 2428635. Подача заявки: 2009.12.08. Опубликовано: 2011.09.10.
3. Теория турбулентных струй. Абрамович Г. Н., Гиршович Т. А., Крашенинников С. Ю., Секундов А. Н., Смирнова И. П. Изд. 2-е, перераб. и доп. Под ред. Г. Н. Абрамовича. — М.: Наука. 1984. 720 с.
4. Аэродинамика закрученной струи. Под ред. Р. Б. Ахмедова. М.: Энергия, 1977. 240 с.
5. Марр Ю. Н. Воздушно-тепловые завесы. Расчет и проектирование завес для защиты проемов промышленных и общественных зданий. СПб.: АО «НПО «Тепломаш». 2017. 160 с.
6. Алексеев С. В., Куйбин П. А., Окулов В. Л. Введение в теорию концентрированных вихрей. Москва-Ижевск. Институт компьютерных исследований. 2005. 504 с.

PPSU/PVDF-ФИТИНГИ «РОСТЕРМ» — АЛЬТЕРНАТИВА ЛАТУННЫМ ФИТИНГАМ

Согласитесь, в современном строительстве нечасто можно увидеть трубы в открытой прокладке. В системах водоснабжения и отопления многоэтажных домов применяется система горизонтальной разводки, которая предусматривает прокладку трубы и фитингов в стяжке пола. Поэтому соединение трубы при помощи фитингов должно быть очень надежным и простым. Этим требованиям отвечает аксиальная система при помощи подвижной гильзы.

Много лет в монтаже использовались фитинги из латуни, железа и стали. Но сегодня в сфере материалов произошла настоящая революция. Открытие новых полимеров дало рынку инженерных систем новые изделия с аналогичными свойствами. Одной из альтернатив латунным фитингам стали PPSU-фитинги компании «РОСТЕРМ», которые изготавливаются из специального полимера — полифенилсульфона (PPSU).

В современном мире изделия из полифенилсульфона применяются во многих сферах: при производстве оборудования для медицинской техники, пищевой, автомобильной и авиакосмической промышленности.

Монтаж PPSU-фитингов и гильз PVDF обеспечивает надежное герметичное соединение, что дает возможность использования в монолите и стяжке. По прочностным характеристикам PPSU-фитинги не уступают латунным. При этом они более стойкие к агрессивным средам и не корродируют в сравнении с латунным решением при воздействии на него щелочной среды, образующейся в процессе нанесения стяжки пола от цементного молочка (основой образования может быть водный раствор гидроксида кальция, который после укладки покрытия выходит на поверхность и в реакции с углекислым газом преобразуется в водонерастворимую пленку карбоната кальция).

Основные преимущества PPSU-фитингов «РОСТЕРМ»:

- высокая прочность к ударным и механическим нагрузкам, в том числе при минусовых температурах;
- устойчивость к высоким температурам и УФ-лучам;
- не подвержены коррозии, минеральным отложениям;
- нейтральность при контакте с водой;



- устойчивость к процессу старения под воздействием температуры и давления;

- не заужают внутренний диаметр трубопровода.

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

Все фитинги проходят испытания в собственной сертифицированной лаборатории «РОСТЕРМ» как отдельное изделие и как соединение фитинг+гильза+труба, что позволяет испытывать систему целиком.

В собственной аккредитованной лаборатории «РОСТЕРМ» система соединения «труба плюс фитинг» обязательно проходит:

- испытания на растяжение;
- испытания на ударную прочность после заморозки фитингов;
- испытания под постоянным давлением при температуре воды 95 °С;
- циклические испытания с переменной подачей холодной и горячей воды;

— испытания, при которых выявляются остаточные напряжения в стенке фитинга, при которых он не должен разрушиться.

Только при прохождении всех испытаний фитинг допускается в продажу.

PPSU-фитинги «РОСТЕРМ» предназначены для использования в системах холодного и горячего водоснабжения, радиаторного и напольного отопления и с успехом заменяют металлы, обеспечивая существенную экономию традиционных материалов, энергетических ресурсов, трудовых затрат и эксплуатационных издержек. PPSU-фитинги «РОСТЕРМ» имеют следующие технические характеристики:

- Рабочее давление: 10 бар.
- Испытательное давление составляет: 1,5 от рабочего.
- Максимальная допустимая температура транспортируемой среды: 95 °С.
- Срок службы: 50 лет (при соблюдении температурных режимов, приведенных в ГОСТ Р 52134, табл. 26 или ГОСТ Р 32415-2013 табл. 5).
- Разрешены к применению в системах питьевого водоснабжения.
- Гарантия: 10 лет.



НАЦИОНАЛЬНАЯ
ВЫСТАВКА
ВОДНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

13-15
СЕНТЯБРЯ
2022

МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

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



ЗАВИСИМОСТЬ ЗНАЧЕНИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НАПОРНЫХ ТРУБ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ФАКТИЧЕСКИХ ВНУТРЕННИХ ДИАМЕТРОВ



ОЛЕГ АЛЕКСАНДРОВИЧ ПРОДОУС
Доктор технических наук, профессор,
генеральный директор ООО «ИНКО-
эксперт», Санкт-Петербург.

Сфера научных интересов: напорные
и самотечные сети и сооружения на
них, строительство, реконструкция
и эксплуатация этих сооружений.
Очистка природных вод из подзем-
ных и поверхностных источников,
очистка хозяйственно-бытовых и
поверхностных сточных вод, дезин-
фекция природных и сточных вод и
сооружений.

Вице-президент Академии ЖКХ РФ —
действительный член.

Эксперт Экспертно-технологического
совета Российской ассоциации водо-
снабжения и водоотведения.

Действительный член Междуна-
родной академии наук экологии и безо-
пасности жизнедеятельности (МАНЭБ).
Удостоен почетного звания «За-
служенный деятель науки» Междо-
народной академии наук экологии и
безопасности жизнедеятельности и
награжден «Звездой ученого» и орде-
ном «За заслуги в науке».

Опубликовал более 300 научных ра-
бот, в том числе четыре монографии
и пятнадцать справочных пособий.
Автор 30 патентов и изобретений.

*О. А. Продоус, генеральный директор
ООО «ИНКО-эксперт», г. Санкт-Петербург*

*П. П. Якубчик, профессор ФГБОУ ВО «Петербургский
государственный университет путей сообщения
Императора Александра I», г. Санкт-Петербург*

При гидравлическом расчете напорных трубопроводов (труб) из полимерных и металлополимерных материалов используется значение внутреннего диаметра, на величину которого оказывает влияние величина технологических допусков на толщину стенок труб и их номинальный наружный диаметр. Это приводит к тому, что изменяются фактический внутренний диаметр труб, потери напора по длине и величина фактически транспортируемого расхода.

Требуется уточнить значения величин технологических допусков на толщину стенок труб и их номинальный наружный диаметр для их последующего использования при гидравлических расчетах трубопроводов. Рекомендовано использовать экспериментально установленную математическую зависимость коэффициента эквивалентной шероховатости труб от величины высотного параметра шероховатости их внутренних стенок. Предложено разработать объединенные в одном издании «Таблицы для гидравлического расчета труб из разных видов полимерных и металлополимерных материалов».

Ключевые слова: трубы из полимерных материалов, гидравлические сопротивления, шероховатость, технологические допуски.

В настоящее время в России и за рубежом широко освоено производство труб из следующих видов полимерных материалов [1]:



Труба из полиэтилена низкого давления ПНД по ГОСТ 18599-2001 — **65-70%***.



Труба из поливинилхлорида ПВХ по ГОСТ 52134-2013 или молекулярно-ориентированного ПВХ-О 500 по ГОСТ 56927-2016 — **10-15%***.

* Доля в % от использования труб из конкретного вида материала.



Трубы из стеклопластика (СП) по ГОСТ 32415-2013 — **8-10%***.



Труба чугунная из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом ВЧШГ с полиуретановым внутренним и наружным покрытием (ПУ) по EN 545-2010 — до **10%***.



Стальные электросварные трубы (СТ) с внутренним полимерным покрытием «Амеркот-391» по ГОСТ 20295-85 — **3-5%***.

Гидравлический расчет напорных трубопроводов (труб) производится по заданному расходу q и давлению РН с целью определения потерь напора H по длине рассматриваемого участка для последующего выбора фактического внутреннего диаметра труб $d_{вн}^{\phi}$, потерь напора и характеристик насосного оборудования [2, 3].

Потери напора по длине рассматриваемого участка L для напорного движения определяются как:

$$H = i \cdot L, \text{ м, (1)}$$

где:

i — потери напора по длине, м/м (мм/м);

L — длина рассматриваемого участка трубопровода, м.

Потери напора i (без учета гидравлических сопротивлений стыковых соединений) в трубах из напорного полиэтилена ПНД, поливинилхлорида ПВХ определяются в соответствии с действующими нормами [2, 3] по формуле Дарси-Вейсбаха, имеющей вид:

$$i = \lambda \frac{V_{\phi}^2}{2g \cdot d_{вн}^{\phi}}, \text{ мм/м (м/м), (2)}$$

где:

λ — коэффициент гидравлического сопротивления трения по длине трубопровода;

V_{ϕ} — фактическая скорость потока жидкости, м/с;

g — ускорение свободного падения, м/с²;

$d_{вн}^{\phi}$ — фактический внутренний диаметр трубопровода (труб), м.

Коэффициент гидравлического сопротивления λ , согласно требованиям нормативов [2, 3], следует определять по формуле:

$$\lambda = \frac{0,5 \left[b + \frac{1,312(2-b) \lg \left(\frac{3,7 \cdot d_{вн}^{\phi}}{K_3} \right)}{\lg Re_{\phi} - 1} \right]}{\lg \left(\frac{3,7 \cdot d_{вн}^{\phi}}{K_3} \right)}, \text{ (3)}$$

где:

b — число подобия режимов движения жидкости;

K_3 — коэффициент эквивалентной шероховатости, м, принимаемый по нормативным требованиям [2, 3], значение не менее $K_3 \geq 0,00001$ м;

Re_{ϕ} — фактическое число Рейнольдса,

$$Re_{\phi} = \frac{V_{\phi} \cdot d_{вн}^{\phi}}{\nu},$$

где:

ν — коэффициент кинематической вязкости воды, м²/с.

Число подобия режимов движения жидкости определяется по формуле:

$$b = 1 + \frac{\lg Re_{\phi}}{\lg Re_{кв}},$$

где:

$Re_{кв}$ — число Рейнольдса, соответствующее началу квадра-



ПЕТР ПЕТРОВИЧ ЯКУБЧИК

Кандидат технических наук, профессор кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС).

Сфера научных интересов:

водопроводные сети, гидравлические сопротивления труб из различных материалов. Насосы, насосные и воздушные станции систем водоснабжения и водоотведения. Бестраншейная технология ремонта, реконструкции и прокладки водопроводных и канализационных трубопроводов.

Эксперт-аудитор общественно-профессиональной аккредитации образовательных программ в области техники и технологий.

Удостоен званий: «Почетный железнодорожник», «Почетный работник транспорта России».

Награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» 2-й степени и медалью «За строительство БАМа». Опубликовал 156 научных статей и учебно-методических работ, в том числе пять учебников, десять учебных пособий и пять монографий.

* Доля в % от использования труб из конкретного вида материала.

точной области гидравлических сопротивлений при турбулентном движении жидкости:

$$Re_{кв} = \frac{500 \cdot d_{вн}^\phi}{K_3}, \quad (4)$$

при $b > 2$ принимают $b = 2$ [4].

Достаточно сложный для использования вид формулы (3) при гидравлических расчетах позволил авторам [5] предложить упрощенный вид нормативной зависимости для определения значений коэффициента гидравлического сопротивления λ труб из любых видов полимерных материалов:

$$\lambda = \left[\frac{0,5 \left(\frac{b}{2} + \frac{1,312(2-b) \cdot m}{n} \right)}{m} \right]^2, \quad (5)$$

где:
 $m = \lg \frac{3,7 \cdot d_{вн}^\phi}{K_3}$ — число подобия

параметров трубопровода, отражающее изменения значений величины фактического внутреннего диаметра труб за счет влияния технологических допусков на толщину стенки и номинальный наружный диаметр труб (по стандартам на трубы из конкретного вида материала) и значения практической (измеренной) величины

высотного параметра шероховатости внутренней поверхности труб Ra [4];

$n = \lg Re_\phi - 1$ — показатель, характеризующий изменение фактически транспортируемого расхода q_ϕ , в зависимости от изменения величины фактического внутреннего диаметра труб $d_{вн}^\phi$ и физических свойств жидкости.

Экспериментальными исследованиями, проведенными в разное время, установлено, что между коэффициентом эквивалентной шероховатости K_3 и высотным параметром физической шероховатости внутренней поверхности труб Ra существует математическая зависимость, имеющая вид [6, 7, 8, 9]:

Таблица 1.

Гидравлические характеристики труб из полимерных и металлополимерных материалов

Материал внутренней поверхности труб	Диаметр труб с учетом допусков			Номинальная толщина стенки e , мм	Шероховатость внутренней поверхности Ra , м	$K_3 = 2Ra^{1,33}$	Гидравлический потенциал труб и расчетные зависимости								
	номинальный наружный	номинальный внутренний	фактический внутренний				расход q , м³/с	фактическая скорость потока V_ϕ , м/с	Re_{ϕ}^{**}	$Re_{кв}$	b	m	n	λ	$1000 \cdot \frac{\phi}{MM/M}$
ПЭ-100 ПНД по ГОСТ 185992001	630,0	555,2	552,8	37,4 + 3,1*	0,0000410	0,0000292	0,298	1,24	5,72	6,98	1,82	4,85	4,72	0,0141	1,999
ПВХ по ГОСТ 52134-2013	630,0	570,0	594,8	19,3 + 4,0*	0,0000350	0,0000237	0,300	1,08	5,69	7,10	1,80	4,97	4,69	0,0140	1,400
ПВХ-О 500 по ГОСТ 56927-2016	630,0	591,4	608,6	19,3 + 4,0*	0,0000350	0,0000237	0,300	1,03	5,68	7,19	1,79	4,98	4,68	0,0142	1,265
Стеклопластик по ГОСТ 32415-2013	630,0	591,4	568,1	30,0 + 1,9*	0,0000370	0,0000255	0,299	1,18	5,71	7,05	1,81	4,92	4,71	0,0140	1,749
Стальные электросварные трубы с внутренним полимерным покрытием «Америкот-391» по ГОСТ 20295-85	630,0	616,0	613,0	7,0–3,0*	0,0000298	0,0000199	0,301	1,02	5,68	7,19	1,79	5,06	4,68	0,0139	1,202
ВЧШГ с полиуретановым покрытием по EN 545-2010	635,0	616,8	619,7	6,7 + 1,9*	0,0000304	0,0000196	0,299	0,99	5,67	7,20	1,79	5,06	4,67	0,0139	1,118

* Технологический допуск по стандартам [2, 3].

** При температуре воды $t = 10^\circ C$, $v = 0,00000131 \text{ м}^2/\text{с}$ [4].

$$K_3 = 2Ra^{1,33}, \text{ м, (6)}$$

где:

Ra — среднеарифметическое абсолютное значение отклонений профиля поверхности от средней линии в пределах базовой длины, мкм (м).

Формула (6) позволяет без проведения трудоемких гидравлических экспериментов, замерив с помощью прибора лишь значение высотного параметра шероховатости Ra , определить значение коэффициента эквивалентной шероховатости K_3 и далее вычислить значение коэффициента гидравлического сопротивления λ , используя государственную методику измерения параметров шероховатости МИ 41-75 [10].

Определив значения показателей b , m и n в формуле (5), переходят к определению значений величин коэффициента гидравлического сопротивления λ для труб из конкретного вида полимера (ПНД, ПВХ, СП, ПУ и др.).

При практическом расчете значений показателя

$$m = \lg \frac{3,7 \cdot d_{\text{вн}}^{\phi}}{K_3}$$

возникает сложность, вызванная отсутствием в действующих нормативных требованиях [2, 3] точного значения величины K_3 для труб из разных видов полимерных материалов. Это резко снижает точность выполнения гидравлических расчетов.

На основе проводимых авторами с 1976 года по настоящее время исследований установлено, что трубы из полимерных и металлополимерных материалов характеризуются различными значениями высотного параметра шероховатости Ra их внутренней поверхности.

В табл. 1 для конкретного номинального диаметра труб $d_{\text{вн}}^H = 600$ мм при заданном расходе $q = 300$ л/с и давлении $PN = 1,0$ МПа приводится сравнение значений гидравлических характеристик труб (гидравлического потенциала) из различных видов полимерных материалов.

Под гидравлическим потенциалом трубопровода (труб) следует понимать: оценочный эксплуатационный критерий, характеризующий совокупностью значений

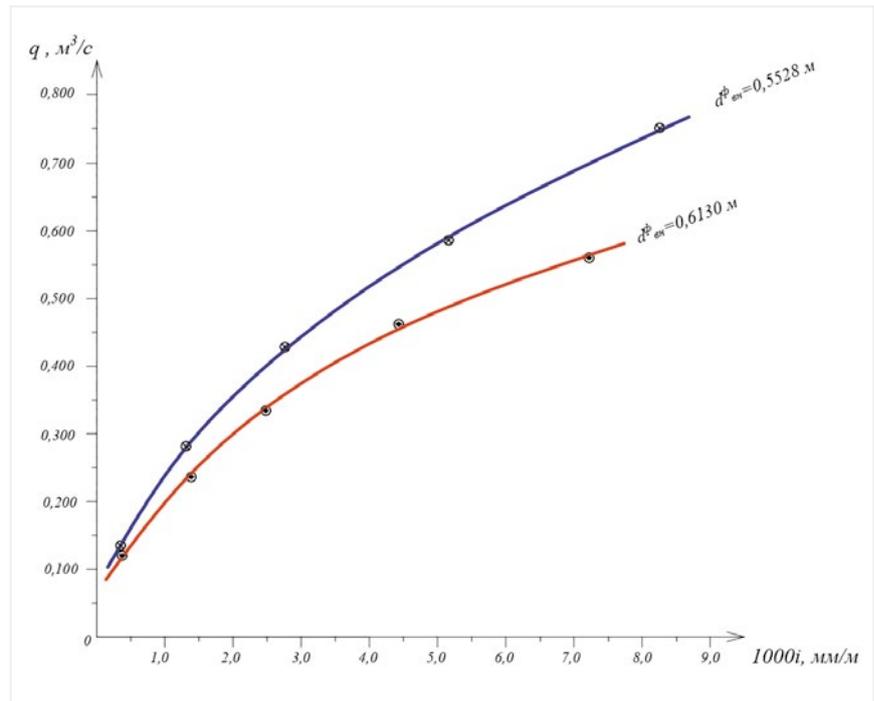


Рис. 1. График зависимости $q_{\phi} = f(i_{\phi}, d_{\text{вн}}^{\phi})$ для сравниваемых труб

расхода q , л/с ($\text{м}^3/\text{с}$), при заданном давлении PN , МПа ($\text{кг}/\text{см}^2$), фактической скорости потока жидкости V_{ϕ} , м/с, и величины фактических (с учетом допусков) потерь напора на трение по длине трубопровода i_{ϕ} , м/м (мм/м), из конкретного вида полимерного материала [4].

Анализ значений величин, характеризующих гидравлический потенциал сравниваемых труб (табл. 1), показывает, что при прочих равных условиях, за счет влияния технологических допусков фактическая толщина стенок (e) изменяется на 75,3% труб из ПНД, или в 4,05 раза удельные потери напора в этих трубах увеличиваются в 1,66 раза (на 39,87%) в сравнении с электросварными трубами того же диаметра.

При квадратичном режиме гидравлических сопротивлений труб из полимерных материалов основное влияние на формирование потерь напора оказывает шероховатость внутренних стенок [2, 3]. Значения величины параметра Ra отличаются для электросварных труб на 27,32%, или в 2,1 раза от значения параметра Ra для труб из ПНД. Удельные потери напора $1000 i$ также для сравниваемых стальных электросварных труб меньше на 39,87%, или в 1,66 раза,

чем значения $1000 i$ для труб из ПНД (табл. 1).

Разброс значений K_3 в табл. 1 для труб из разных полимерных материалов колеблется в диапазоне значений от $K_3 = 0,0000196$ м до $K_3 = 0,0000292$ м, то есть значения отличаются на 32,88%, или в 1,49 раза. Поэтому требуется обоснование значений величины параметра K_3 , используемого при гидравлических расчетах.

Знание точного значения величины K_3 возможно только при использовании зависимости (6), так как величина фактического расхода q_{ϕ} зависит от значения величины фактического внутреннего диаметра труб $d_{\text{вн}}^{\phi}$, влияющего на значение величины фактической скорости потока V_{ϕ} и фактических потерь напора на сопротивление по длине i_{ϕ} с учетом значений величин технологических допусков. Поэтому величина фактического расхода является функцией $q_{\phi} = f(i_{\phi}, d_{\text{вн}}^{\phi})$ и должна определяться только по фактическому внутреннему диаметру $d_{\text{вн}}^{\phi}$.

На рис. 1 показано изменение значений q^{ϕ} для стальных электросварных труб с фактическим внутренним диаметром $d_{\text{вн}}^{\phi} = 0,613$ м и труб из ПНД с фактическим внутренним диаметром $d_{\text{вн}}^{\phi} = 0,5528$ м.

Графики зависимости $q_\phi = f(i_\phi, d_{\phi H}^\phi)$ построены для скоростного режима $V = 0,5; 1,5; 2,0; 2,5$ м/с, в трубах с номинальным наружным диаметром $d_{\phi H}^H = 630$ мм (табл. 2).

В табл. 2 приведены расчетные параметры для построения графиков зависимости $q_\phi = f(i_\phi, d_{\phi H}^\phi)$ для сравниваемых труб.

Из графиков на рис. 1 и данных табл. 1 следует, что при одном и том же номинальном наружном диаметре труб $d_{\phi H}^H = 630$ мм и одном и том же скоростном режиме в них изменяются фактические скорости потока с $V_\phi^{ПНД} = 1,24$ м/с до $V_\phi^{СМ} = 1,02$ м/с, то есть изменяются на 17,74%, или в 1,22 раза.

На рис. 1 показано изменение значений q_ϕ для стальных электросварных труб с полимерным покрытием «Амеркот-391» с фактическим внутренним диаметром $d_{\phi H}^\phi = 0,613$ м и труб из ПНД с фактическим внутренним диаметром $d_{\phi H}^\phi = 0,5528$ м. Фактически перемещаемый расход q_ϕ по трубопроводу из электросварных труб с полимерным покрытием $q_\phi^{СМ}$ отличается на 1,0%, или в 1,01 раза от фактического значения величины расхода для труб из ПНД:

$q_\phi^{СМ} = 0,301$ м³/с > $q_\phi^{ПНД} = 0,298$ м³/с на 1,0%, или в 1,01 раза.

Представленные в статье данные являются основанием для следующих выводов:

1. Точность выполнения гидравлических расчетов напорных трубопроводов из полимерных и металлополимерных труб определяется точностью расчетов значений их фактических внутренних диаметров $d_{\phi H}^\phi$, зависящих от значений величин технологических допусков на толщину стенки труб e и их номинального наружного диаметра $d_{\phi H}^H$.

2. Для уточнения значений величин технологических допусков требуется проведение специальных НИР и ОКР, по результатам которых в действующие стандарты на трубы могут быть внесены обоснованные уточненные значения параметров e и $d_{\phi H}^H$, влияющие на точность выполнения гидравлических расчетов трубопроводов.

3. На основе проведения исследований значений параметров шероховатости внутренней

Таблица 2

Расчетная скорость потока V , м/с	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Фактический расход $q_\phi^{ПНД}$, м ³ /с	0,147	0,295	0,443	0,590	0,738
Фактический расход $q_\phi^{СМ}$, м ³ /с	0,120	0,240	0,360	0,480	0,600
Удельные потери напора а $1000i_\phi^{ПНД}$, мм/м	0,325	1,300	2,925	5,200	8,125
Удельные потери напора $1000i_\phi^{СМ}$, мм/м	0,289	1,156	2,600	4,623	7,223

поверхности труб из разных полимерных материалов необходимо разработать нормативные требования на величину значений величины коэффициента эквивалентной шероховатости K_Σ и внести их в действующий норматив СП 399.1325800.2018.

4. Для обоснования точного подбора диаметров труб из конкретных видов полимерных материалов необходимо разработать сводные (общие) «Таблицы для гидравлического расчета трубопроводов из разных видов полимерных и металлополимерных материалов».

ЛИТЕРАТУРА

1. Продоус О. А., Иващенко В. В. Анализ характеристик стальных и чугунных металлополимерных труб для систем водоснабжения // Производственно-технический и научно-практический журнал «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение», 2019/5 (137). — С. 52–56.

2. СП 40-102-2000 Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования // М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2001.

3. СП 399.1325800.2018 Системы водоснабжения и канализации наружные из полимерных материалов. Правила проектирования и монтажа // <http://docs.cntd.ru/document/552304873>.

4. Продоус О. А. Таблицы для гидравлического расчета труб напорных из полиэтилена. Справочное пособие. Издание 3-е — дополненное // СПб.: ООО «Свое издательство», 2017. — 240 с. ил.

5. Продоус О. А., Васильева М. А. Упрощенный вид нормативной зависимости для проведения гидравлических расчетов трубопроводов из полимерных материалов // Журнал «Водоснабжение и санитарная техника», № 9, 2017. — С. 53–55.

6. Продоус О. А., Добромыслов А. Я. О связи между эквивалентной равномернозернистой шероховатостью и параметрами физической шероховатости труб из различных материалов // Известия вузов. Строительство и архитектура, № 5, 1987.

7. Продоус О. А., Добромыслов А. Я., Шашкова И. Л. О качестве внутренней поверхности пластмассовых труб // Журнал «Водоснабжение и санитарная техника», № 5, 1987.

8. Дикаревский В. С., Якубчик П. П., Продоус О. А. Гидравлические сопротивления железобетонных напорных труб с полимерной облицовкой внутренней поверхности // Известия вузов. Строительство и архитектура, № 11, 1981.

9. Продоус О. А. Влияние колебаний значений параметров, входящих в нормативную зависимость СП 40-102-2000 на величину потерь напора в трубах из разных полимерных материалов // Журнал «Инженерные системы — АВОК Северо-Запад», № 4, 2019. — С. 50–53.

10. Методика измерения параметров шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73 при помощи приборов профильного метода. МИ 41-75 // М.: Издательство стандартов, 1975. // <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293815/4293815845.htm>.



PCVEXPO

25–27 октября 2022
Москва, МВЦ «Крокус Экспо»

21-я Международная выставка промышленных насосов, компрессоров и трубопроводной арматуры, приводов и двигателей



Организатор

MVK Международная
Выставочная
Компания

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

Соорганизаторы



**Получите билет,
указав промокод:
Isguru
www.pcvexpo.ru**

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ВОДОПОДГОТОВКИ (ЭМВ) — ПУТЬ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ В СИСТЕМАХ ВОДОТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

М. Н. Торопов, заведующий лабораторией кафедры «Электропоезда и локомотивы» РУТ МИИТ

А. С. Селиванов, старший преподаватель кафедры «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта» РУТ МИИТ

Л. А. Воронова, старший преподаватель кафедры «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта» РУТ МИИТ

И. Е. Перков, технический эксперт АО «ВНИИЖТ»



МИХАИЛ НИКОЛАЕВИЧ ТОРОПОВ
Кандидат технических наук, заведующий лабораторией кафедры «Электропоезда и локомотивы» Российского университета транспорта (РУТ МИИТ).

Специалист в области прочности и надежности конструкций и улучшения качества воды.

Работал в НИИ «Промстальконструкция» МВТУ, МИИТе (доцент, начальник отдела НИР МИИТа. С 2018 года — заведующий лабораторией кафедры «Электропоезда и локомотивы»). Разработчик технологии водоподготовки, отмеченной золотой медалью и дипломами международных выставок. Руководитель более чем 60 исследовательских и внедренческих работ по этому направлению. Котельные, тепловые сети, водопроводы, системы водотеплоснабжения и кондиционирования пассажирских вагонов. С 2018 года — внедрение технологии на системах водоохлаждения локомотивов. Автор более чем 180 научных статей. Разработчик целевых программ (региональной и союзного государства России и Белоруссии) по защите от износа деталей и узлов техники.

Статья является продолжением статьи «Взаимосвязь качества воды с экологичностью, безопасностью и энергоэффективностью при использовании энергетического метода водоподготовки в системах водотеплоснабжения», опубликованной в журнале «Инженерные системы» № 2-2022. Проанализированы результаты применения новой технологии в транспортном комплексе (ремонтные предприятия, подвижной состав).

На основе изучения ряда опубликованных фундаментальных исследований [1–4], а также на базе широких экспериментальных и внедренческих работ, проводимых в реальных условиях на транспортном комплексе (МПС СССР, АО «РЖД», Минтранс) (табл. 1 [7]), разработана новая технология ремонта систем водотеплоснабжения отрасли [8].

Как следует из табл. 1, система водотеплоснабжения и водоохлаждения МПС СССР состояла из 14 000 котлов, 24 500 км сетей и прочего оборудования.

Свои проблемы. Свои задачи. Обращают внимание колоссальные выбросы вредных веществ в атмосферу, огромные объемы потребления ТЭР.

Для решения поставленных отраслью задач, по существу, на практике были разработаны и внедрены в серийном объеме методы ускорения химических процессов в твер-

дой и жидкой фазе, способствующие воссозданию нормативного ВХР в системе, при использовании измельченных и механически активированных веществ.

Известно [2], что физико-химические свойства кристаллов определяются и наличием в них дефектов, их природой и концентрацией. При этом часть механической энергии, подводимой к твердому телу во время активации, усваивается им в виде новой поверхности линейных и точечных дефектов [2].

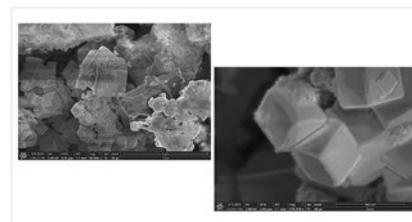


Рис. 1. Структура энергента под электронным микроскопом

Таблица 1.

Общая характеристика систем водотеплоснабжения и водоохлаждения технологического оборудования в структурных подразделениях МПС СССР

Потребитель	Характеристики					Выбросы в атм., $10^3 \times \text{м}^3/\text{год}$
	количество, ед.	протяженность сетей, км	потребление топлива в год			
			уголь, млн т	мазут, дизельное топливо, млн т	газ, млрд м^3	
Котельные	7000 (14 000 котлов)	—	5,0	1,0	1,0	370
Тепловые сети	—	2500				
Водопроводные сети	—	13 000				
Пассажирские вагоны	25 000	порядка 6000				
Спецвагоны	8000	порядка 1500				
Тепловозы (системы охлаждения)	более 10 000	более 500		3,0		175
Ремонтные заводы: кислородные, компрессорные станции; технологическое, металлургическое оборудование	89	порядка 1000				
Итого:		24 500				545

В результате создается дополнительное электрическое поле, накладываемое на двойной электрический слой на границе фаз (металл-жидкость) [5–6]. Это дает возможность менять и скорость физико-химических процессов в этом месте. На поверхности, контактирующей с водой, создается тонкая стойкая оксидная защитная пленка. Кратно снижается скорость коррозионных процессов, устраняется вторичное загрязнение, улучшается качество воды.

Такая технология была разработана учеными-железнодорожниками с применением экологически чистых природных материалов, разрешенных Роспотребнадзором для водоподготовки питьевой воды. Мы их назвали энергентами,

а технологию — энергетическим методом водоподготовки. Суть технологии — во введении в действующую систему размельченных и активированных в зависимости от ее состояния (параметров ВХР, коррозионности среды, интенсивности накипеобразования, износа конструкций) энергентов (рис. 1).

Обработка однократная на срок 5–7 лет без остановки системы. Для обеспечения безнакипного режима в течение всего срока эксплуатации возможны и промежуточные обработки.

Разработанная технология, в отличие от традиционных, является природоподобной, экологичной и энергоэффективной [7]. Вид конструкции до и после применения ЭМВ представлен на рис. 2.



АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ СЕЛИВАНОВ
Старший преподаватель кафедры «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта» Российского университета транспорта (РУТ МИИТ).

Сфера научных интересов: системы тепло- и водоснабжения, водно-химический режим источников теплоты, тепловых сетей, систем теплопотребления и водоснабжения, водоподготовка.

Автор более чем 50 научных и учебно-методических работ.

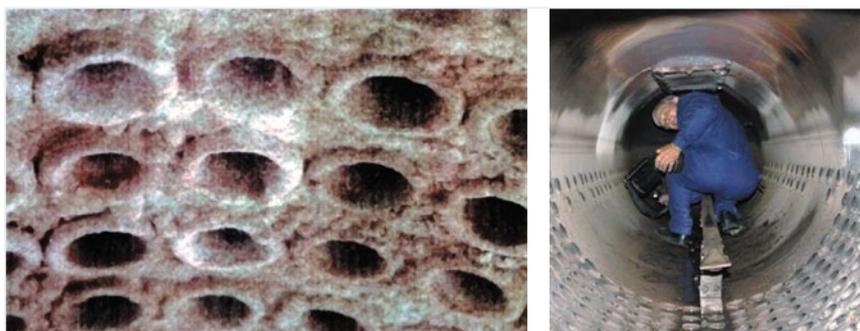


Рис. 2. Результаты применения ЭМВ на паровом котле



ЛАРИСА АНАТОЛЬЕВНА ВОРОНОВА
 Старший преподаватель кафедры «Теплоэнергетика транспорта» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта (РУТ МИИТ)». Сфера научных интересов: системы теплоснабжения и вентиляции, водоподготовка в энергетике, общая экология. Опубликовала десять научных и учебно-методических работ.



ИВАН ЕВГЕНЬЕВИЧ ПЕРКОВ
 Технический эксперт АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»). Специалист в области железнодорожного подвижного состава и верхнего строения пути. В 2003 году окончил Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ). После университета работал в НИИ железнодорожного транспорта в отделении «Грузовые и пассажирские вагоны». В течение девяти лет трудился в МИИТе, занимаясь проблемой энергоэффективности и повышения ресурса объектов водотеплоснабжения железнодорожного транспорта. Автор более чем пятнадцати научных и учебно-методических работ.

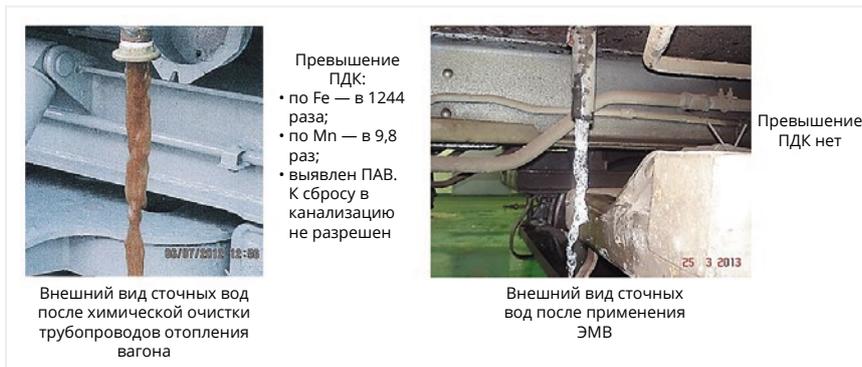


Рис. 3. Внешний вид сточных вод из трубопроводов пассажирского вагона при использовании химочистки и ЭМВ

В результате устранения причин вторичного загрязнения качество воды в системах приводится в соответствие с требованиями СанПиН (содержание железа, взвесей, жесткость и т. д.), кратно уменьшаются скорость коррозии и интенсивность накипеобразования. Появляется возможность в рамках единой технологии справляться с электрохимической, микробиологической, межкристаллитной коррозией, в том числе нержавеющей стали.

Выбросы котельных в атмосферу уменьшаются в 1,5–2,5 раза. И если отказаться при этом от щелочей и сильных кислот для регенерации ионообменных фильтров, возможно кратно снизить объем сточных вод. Была возможность проверить это предположение на системах, работающих без водоподготовки. Таких в стране порядка 40% от общего количества.

На рис. 3 представлен внешний вид сточных вод из трубопроводов пассажирского вагона при использовании химической очистки и ЭМВ. При этом отмечено, что при химической очистке в сточных водах наблюдается значительное превышение ПДК по ряду элементов.

Обработано более 1000 км тепловых сетей, водопроводов, более 200 паровых и водогрейных котлов, систем водотеплоснабжения и калориферных ветвей 1500 пассажирских вагонов отечественного производ-

ства и фирмы Siemens, работающих как на воде, так и на низкотемпературных жидкостях (рис. 4).

Кроме этого, обработаны системы охлаждения дизелей тепловозов (рис. 5) [8], системы отопления судов (рис. 6) [9], объекты ЖКХ (рис. 7) [10].

Скорость коррозии в водяном тракте судовой котельной была уменьшена более чем в десять раз.

В результате применения ЭМВ в системе отопления жилого дома изменилась динамика содержания железа и взвесей в рециркулирующем трубопроводе системы в сторону их уменьшения. Характер полученной кривой (рис. 8) свидетельствует о полной очистке системы теплоснабжения дома от накипно-коррозионных отложений в результате применения ЭМВ.

Процесс очистки осуществляется экологично, без нарушения целостности конструкций трубопроводов и водяных счетчиков.

В этом заключается принципиальное основное отличие ЭМВ от химической очистки. Даже добавление ингибиторов в кислотные моющие жидкости при интенсивном их разбавлении не спасают системы от коррозии в процессе применения моющих средств (рис. 9).

Скорость коррозии в результате уменьшают в четырнадцать раз. Но полученные значения этой характеристики почти в 2,8 раза больше аварийных значений.



Рис. 4. Поточная обработка систем водотеплоснабжения пассажирских вагонов в эксплуатационном депо



Рис. 5. Состояние штуков цилиндров тепловоза 2М62У № 0083 до и после обработки ЭМВ и года эксплуатации

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

0+

aqua THERM MOSCOW

14–17.02.2023

Крокус Экспо, Москва

Забронируйте стенд
aquathermmoscow.ru



Специализированный раздел



Одновременно с выставкой
оборудования и технологий
для вентиляции
и кондиционирования



В качестве примера мы также приводим обработку ЭМВ [9] теплового пола протяженностью более 3 км из металлопластиковых трубок диаметром 12 мм в одном из подмосковных монастырей. После четырнадцати лет его эксплуатации удалось экологично восстановить в полной мере его проходимость и работоспособность, что никому до нас не удавалось.

К перечисленному следует добавить обработанные ЭМВ системы охлаждения промышленного оборудования, горячие цеха, кислородные и компрессорные станции, холодильные установки, электропечи и т. д. (рис. 10-11) [7, 13].

На стадии внедрения применение метода для уменьшения скорости коррозии затопленных в морской или пресной воде объектов [12].

На рис. 4 приведена процедура обработки систем водотеплоснабжения пассажирских вагонов с применением ЭМВ в условиях эксплуатационного депо. Продолжительность обработки вагона 25-30 минут.

Одновременно обрабатывается 3-4 вагона. Причем в результате поточной обработки в условиях эксплуатационного депо выполняются операции депоовского и капитального ремонтов системы водотеплоснабжения пассажирских вагонов (более двадцати операций).

На рис. 12 представлен внешний вид котлов, трубопроводов, ТЭНов системы теплоснабжения пассажирского вагона до и после применения ЭМВ.

Динамика изменения содержания железа, взвесей, соотношения раствора и взвесей в магистрали, титане и водопроводе вагона приведены на рис. 13.



Рис. 6. Обработка водяного тракта котельной корабля «Персей» № 821439



Рис. 7. Обработка ЭМВ системы отопления и ГВС 11-этажного жилого дома в Москве

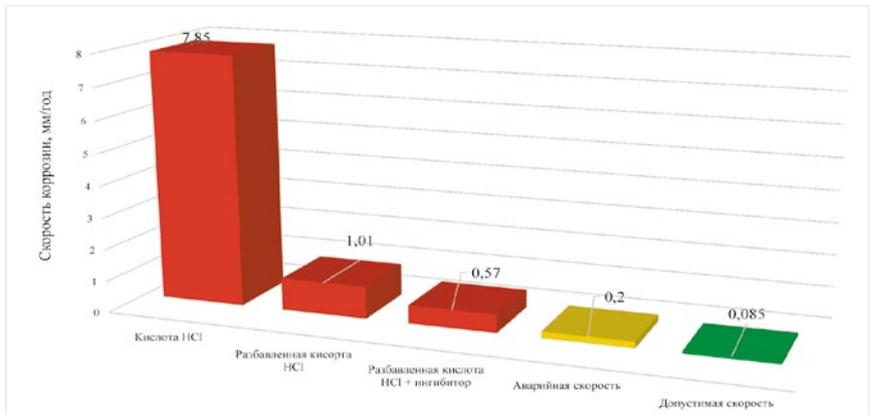


Рис. 9. Сравнительная оценка скоростей коррозии (мм/год), определяемых нормативными значениями (позиции 4-5) и при использовании кислотных жидкостей (позиции 1-3)

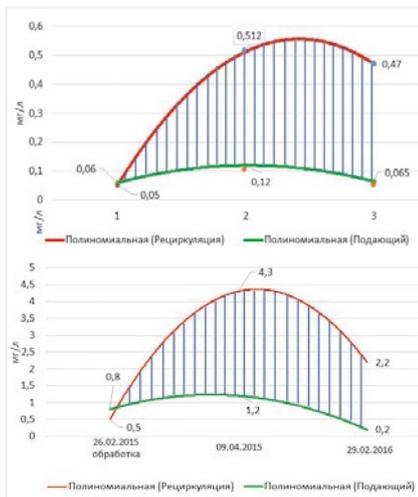


Рис. 8. Динамика изменения содержания железа и взвесей в системе отопления жилого дома в результате применения ЭМВ

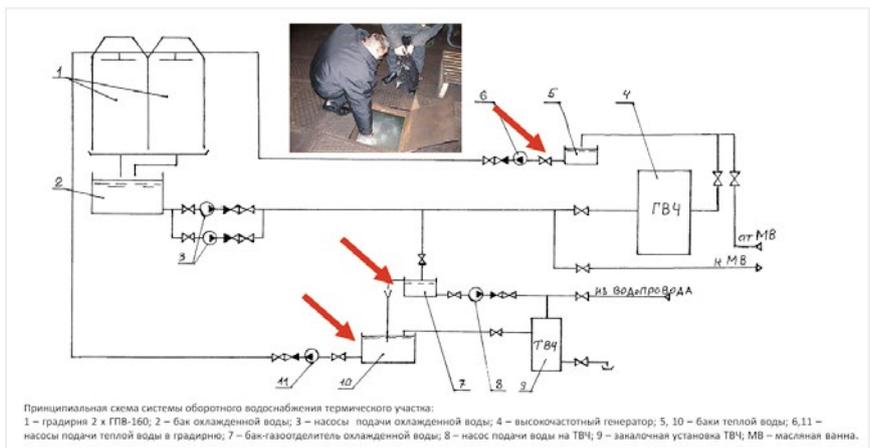


Рис. 10. Обработка ЭМВ системы обратного водоснабжения термического участка

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЖИЛИЩНЫЙ
КОНГРЕСС

17-21 ОКТЯБРЯ
МОСКВА 2022

ЦЕНТР МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ

10000
УЧАСТНИКОВ

450
МЕРОПРИЯТИЙ

500
СПИКЕРОВ

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ
ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
РИЭЛТОРСКИЙ БИЗНЕС
ИПОТЕЧНОЕ КРЕДИТОВАНИЕ
DIGITAL-ТЕХНОЛОГИИ

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ КОНГРЕССА



App Store



REALCONGRESS.RU

ГЛАВНЫЙ
ПАРТНЕР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ПАРТНЕР



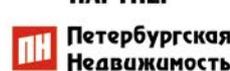
ОФИЦИАЛЬНЫЙ
СПОНСОР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
БАНК-СПОНСОР



ТИТУЛЬНЫЙ
ПАРТНЕР



ВЕДУЩИЙ
ПАРТНЕР



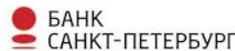
СТРАТЕГИЧЕСКИЙ
ПАРТНЕР



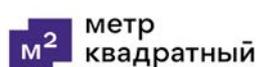
ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР



ОФИЦИАЛЬНЫЙ
БАНК-ПАРТНЕР



ГЛАВНЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ПАРТНЕР



СПОНСОРЫ



ДЕЛОВОЙ ПАРТНЕР



СПОНСОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИЙ





Рис. 11. Состояние поверхности баков охлаждения закалочной установки ТВЧ до и после применения ЭМВ



Рис. 12. Внешний вид котлов, ТЭНов, трубопроводов отопления до и после ЭМВ

Четко видно приведение этих параметров в соответствие нормативам. На рис. 14 приведена динамика уменьшения скорости коррозии в тепловых сетях одного из московских вокзалов в течение девяти лет после обработки ЭМВ. С 0,54 мм/год в течение двух лет она уменьшилась до 0,062 м/год, трех лет — 0,028 мм/год, 8 лет — 0,0019 мм/год.

Скорость коррозии в данном случае уменьшилась в 285 раз. При полученных скоростях коррозии срок эксплуатации стальных трубопроводов может быть увеличен по крайней мере до 50-70 лет [10].

К тому же, если говорить о коррозионности водной среды, то самые высокие отмеченные нами ее значения наблюдались в Москве. К примеру, скорость коррозии на Рижском

вокзале составила 2,22 мм/год. В результате обработки с применением ЭМВ она была снижена более чем в 40 раз (рис. 15).

Интересен сам факт появления такой высокой агрессивности водной среды. Этому способствовала высокая насыщенность водой почв в Москве (190 рек, речушек и ручьев). До 40-х годов прошлого века в паводки вода поднималась в городе до 9 метров, в три раза выше, чем в Петербурге во время известных наводнений. К тому же оказывают влияние двенадцать тектонических разломов на территории города [11].

При такой высокой агрессивности водной среды в одном из вагонных депо ежегодно меняли до 200 м трубопровода. После применения ЭМВ эти затраты уменьшились до 1-2 метров.

На рис. 16 показано устранение микробиологической коррозии в водопроводе вагона. Это сопровождается кратным уменьшением в воде содержания железа. Здесь же представлены результаты улучшения качества воды в железнодорожном поселке. Содержание железа в воде уменьшилось с 1,32 мг/л до 0,14 мг/л, марганца — с 0,94 мг/л до 0,01 мг/л.

В одном из вагонных депо содержание железа в воде, подаваемой водоканалом, было выше ПДК (0,45 мг/л). В сетях же депо, обработанных с применением ЭМВ, его содержание в воде 0,21 мг/л при ПДК = 0,3 мг/л.

Интересен и тот факт, что в начальный период после обработки котлов при высоком содержании шламов в котловой воде (до 150 мг/л) последние не липли к металлу.



Рис. 13. Улучшение качества воды в водопроводе вагона

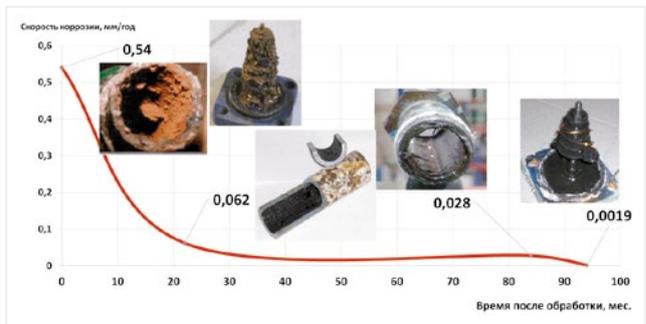


Рис. 14. Динамика изменения внешнего вида элементов тепловой сети и скорости коррозии в ней в результате применения ЭМВ (срок наблюдения 95 месяцев после обработки)

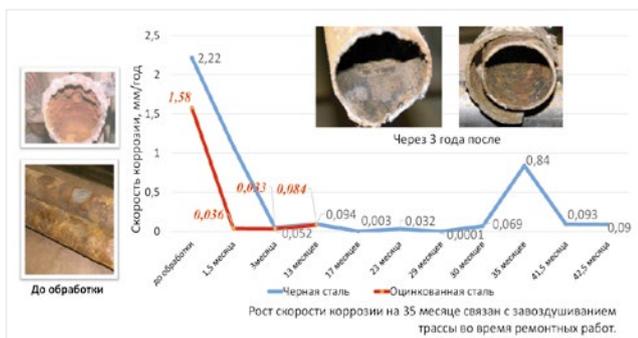


Рис. 15. Динамика изменения скорости коррозии и внешнего вида трубопроводов после ЭМВ и их эксплуатации

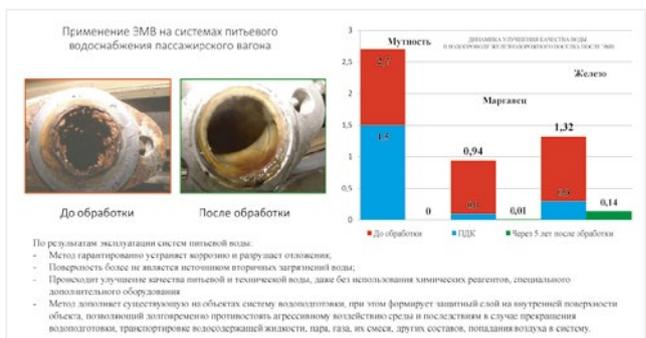


Рис. 16. Применение ЭМВ на системах питьевого водоснабжения

Международная
выставка инструмента
International tool expo

mitexTM

МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»
EXPOCENTRE FAIRGROUNDS, MOSCOW

ПОЛУЧИТЬ БИЛЕТ



| 8-11 НОЯБРЯ
NOVEMBER 2022

Организатор

МОСКВА, РОССИЯ
ЕВРОЭКСПО



При поддержке

ЭКСПОЦЕНТР



Стратегический партнер



Ассоциация Торговых компаний
и производителей электроинструмента
и средств малой механизации

PATNE

реклама



Информационные партнеры:

ПОТРЕБИТЕЛЬ

www.master-forum.ru

МИР ХОРОШЕГО
ИНСТРУМЕНТА



КОМПОЗИТ
XXI ВЕК

Интернет-партнер:

MASTER-FORUM.RU

mitexpo.ru



На рис. 17 приведены данные по экономии теплоты в результате применения ЭМВ. Такой результат достигнут на ремонтных предприятиях Сыктывкара, Пензы, Ульяновска, где системы обрабатывались с применением ЭМВ.

Для сравнения приведен перерасход теплоты в необработанных системах (Вологда, Архангельск). При этом зимняя температура воздуха на всех объектах была сопоставима по величине. Самая низкая наблюдалась в Сыктывкаре.

Причем удается улучшить состояние воды и оборудования даже в случае использования в системах крайне сложной в технологическом плане воды гидрокарбонатнокальциевого класса с повышенной жесткостью и щелочностью, находящейся в псевдоустойчивом состоянии (рис. 18).

На рис. 19 приведена взаимосвязь обработки объекта с выбросами вредных веществ в атмосферу.

Это далеко не полный перечень полученных результатов.

Во всех случаях применения ЭМВ было отмечено, что в результате обработки не происходит разрушения

любых конструкционных материалов (металл, пластик, керамика, резина и т. д.).

ВХР в системах приводится в соответствие нормативным документам, а качество воды — требованиям санитарных норм. Это способствует кратному уменьшению коррозионности среды и интенсивности ее накопления.

Что касается сильно изношенных конструкций систем, следует иметь в виду следующее:

- 2/3 сетей (изношенных) после ЭМВ можно заменить;
- при этом энергетический потенциал оставшихся в системе обработанных трубопроводов перенесется на замененные и дополнительного применения ЭМВ не потребуется.

Проведены сравнительные испытания ряда современных импортных средств и ЭМВ на тепловых сетях московских вокзалов (рис. 20). Результат налицо.

На трех международных выставках в области водоподготовки («Экватек 2006», «Экватек 2008», «Мир чистой воды») разработка отмечена дипломами и золотой медалью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе изучения фундаментальных исследований отечественных и зарубежных ученых и на базе экспериментальных внедренческих работ в транспортном комплексе разработана и внедрена новая технология ремонта систем водотеплоснабжения ремонтных предприятий и подвижного состава.

2. Метод применим для всех видов конструкционных материалов, всех видов жидкости, новых сетей, эксплуатируемых длительное время, в том числе и изношенных.

3. Качество воды после ЭМВ улучшается, приходя в соответствие нормативным документам.

4. В рамках единой технологии уменьшается электрохимическая, микробиологическая, внутрикристаллическая коррозия, в том числе и нержавеющих сталей [14].

5. Уменьшается на 20–30% расход ТЭР, на 15–20% расход электроэнергии на транспортировку жидкости, на 10–15% расход теплоты. Ресурс стальных трубопроводов увеличивается по крайней мере до 50–70 лет.

6. В 1,5–2,5 раза уменьшается выброс вредных веществ в атмосферу,



Рис. 17. Фактический перерасход (экономия) теплоты на ремонтных предприятиях за сравнимые промежутки времени без и с применением энергетического метода

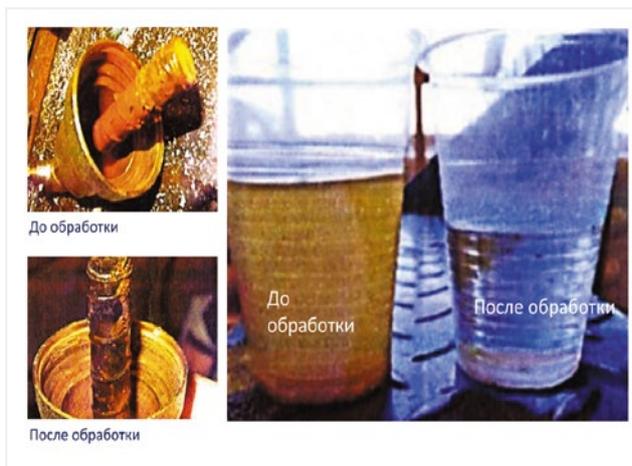


Рис. 18. Состояние оборудования и воды до и после ЭМВ

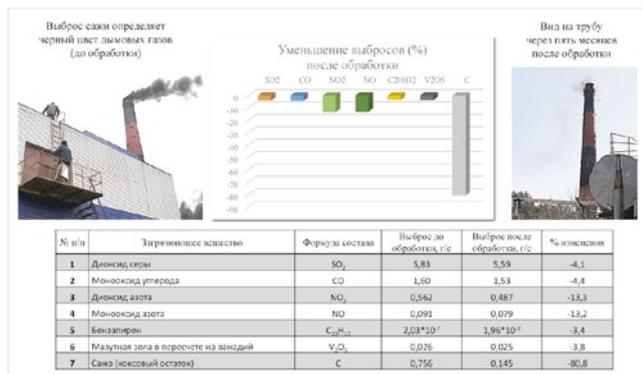


Рис. 19. Взаимосвязь обработки объекта с выбросами вредных веществ в атмосферу



Рис. 20. Сравнительные испытания современного импортного устройства «Вулкан 500» (Германия) и ЭМВ на тепловых сетях ОАО «РЖД» (2014–2015 гг.)

объем сточных вод. Возможна работа без использования солей, сильных кислот на регенерацию ионообменных фильтров.

7. Как показал опыт, экономический эффект от внедрения метода может составить не менее 3,5 рубля на 1 рубль одновременных затрат.

8. Использование ЭМВ в децентрализованных системах теплоснабжения может значительно повысить их надежность, экологичность и энергоэффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болдырев В. В., Аввакумов Е. Г. Механохимия твердых неорганических веществ. Успехи химии. 1971, т. 40.

2. Е. Г. Аввакумов. Механические методы активации химических процессов. Издательство «Наука», Сибирское отделение АН СССР. 486.

3. Федоров В. В. Термодинамические аспекты прочности и разрушения твердых тел. Ташкент. ФАП, 1979. 156 с.

4. Гегузин Я. Е. Диффузная зона. Наука. 1979, с. 344.

5. Я. В. Безрукова, В. И. Донской и др. Особенности процессов релаксации электрических зарядов в гидратированных силикатах. Технические

ведомости СПбГПУ. Наука и образование. 3-2. 2012.

6. В. Т. Киселев. Влияние емкости двойного электрического слоя на скорость коррозии на границе фаз. Технические ведомости СПбГПУ. Наука и образование. 3-2. 2012.

7. Торопов М. Н., Селиванов А. С., Васильев Н. В., Перков И. Е. Отечественная природоподобная ресурсосберегающая технология повышения энергоэффективности систем водотеплоснабжения и водоохлаждения. Промышленный транспорт XXI век. 2020, № 1-4.

8. Торопов М. Н., Васильев Н. В., Селиванов А. С. Энергетический метод водоподготовки (ЭМВ) для повышения надежности и ресурса систем водоохлаждения дизелей тепловозов. Промышленный транспорт XXI век. 2019, № 3-4.

9. Торопов М. Н., Васильев Н. В., Перков И. Е. Некоторые особенности применения энергетического метода водоподготовки (ЭМВ) на пластиковых и металлопластовых сетях. Инженерные системы. АВОК — Северо-Запад. 2021, № 2.

10. Торопов М. Н., Бегунов П. П., Селиванов А. С., Васильев Н. В., Пер-

ков И. Е. Некоторые технико-экономические аспекты применения ЭМВ в системах теплоснабжения. Инженерные системы. АВОК — Северо-Запад. 2021, № 1.

11. И. Давиденко, Я. Кеслер. Ресурсы цивилизации. Эксмо. 2004, с. 526.

12. Васильев Н. В., Торопов М. Н., Селиванов А. С. Проверка метода снижения скорости коррозии в морской и пресной воде в застойных зонах затопленных конструкций. Тезисы международной научно-практической конференции «Современные методы и средства океанологических исследований». ИО РАН, 2021.

13. Торопов М. Н. Комплексный подход к улучшению качества питьевой и технической воды и повышению ресурса эксплуатации оборудования и трубопроводов. Сборник материалов международной научно-практической конференции «Мир чистой воды. Технологии и оборудование». 2007, с. 88-92.

14. Торопов М. Н., Селиванов А. С., Васильев Н. В., Бегунов П. П., Перков И. Е. Так ли безопасны ингибиторные комплексы для систем водоохлаждения дизелей тепловозов. Наука и техника транспорта. 2022, № 1.



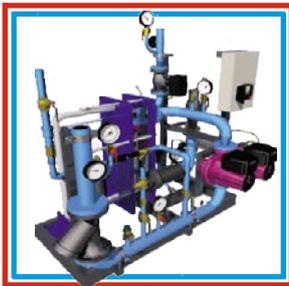
СИНТО



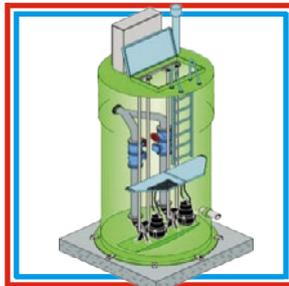
Санкт-Петербург (812) 327-25-94
Москва (499) 681-18-67
Петрозаводск (8142) 56-62-66

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ



КОМПЛЕКТНЫЕ КНС



НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ



АВТОМАТИКА И КИП



КАЧЕСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

www.cinto.ru

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СЕРВИС

«БДР ТЕРМИЯ РУС» И ПРОИЗВОДСТВО КОТЛОВ В РОССИИ

Широко известное котельное оборудование марок BAXI и De Dietrich представлено в России компанией ООО «БДР Термия Рус». Компания, как часть международной группы BDR Thermea, ассоциируется в первую очередь с производителем европейского высокоэффективного котельного оборудования. Однако уже не первый год в ассортименте продукции присутствуют и модели с локализованным производством в Российской Федерации.

С конца прошлого года модельный ряд бренда De Dietrich пополнился новинкой отечественного производства — стальными жаротрубными двухходовыми котлами CA R единичной мощностью от 50 кВт до 7 МВт. В условиях нынешней сложной геополитической ситуации оборудование данной серии обладает рядом преимуществ: благодаря производству в России снижены сроки поставки котлов; на собственном складе компании (ООО «БДР Термия Рус») в наличии модели мощностью до 1,0 МВт, на складе изготовителя — до 4,0 МВт.

В настоящее время отпускные цены на котлы CA R зафиксированы в рублях и не зависят от нестабильного курса валют.

Гибкий ряд из 32 моделей позволяет конфигурировать котельные и применять оборудование De Dietrich в широком спектре проектов.

Котлы производятся на базе производственной площадки завода «Дорогобужкотломаш» (Смоленская область) в соответствии с требованиями и высокими стандартами качества BDR Thermea Group. Завод сертифицирован по стандарту менеджмента качества ISO 9001, а сотрудники, работающие на производственной линии, прошли все необходимые аттестации.

Конструкция котла разработана специально для российского рынка с учетом опыта, накопленного отечественными и европейскими производителями. Специальный механизм крепления передней дверцы на реверсивных шарнирах дает возможность открывать ее как вправо, так и влево, а наличие колеса и направляющей облегчает обслуживание котла. В качестве теплоизоляции передней дверцы применяются современные материалы на основе керамического волокна, что позволяет избежать использования тяжелых и сложных для ремонта футе-

рочных смесей. Съёмная крышка газохода в задней части котла обеспечивает удобный доступ для обслуживания дымогарных труб.

Отличительной особенностью оборудования являются высокие рабочие характеристики (КПД — не менее 92%, максимальная температура — до 115 °С, давление — до 6 бар).

CA R имеют строгий промышленный дизайн, соответствующий стилю De Dietrich. Модели комплектуются на выбор четырьмя панелями управления (Diematic-m3, K3, S3, B3), газовыми жидкотопливными или комбинированными горелками. Топка имеет оптимальную геометрию, позволяющую легко подобрать горелочное устройство от любого производителя. Для удобства заказчика возможно изготовление фланца под необходимую ему модель горелки (услуга бесплатная).

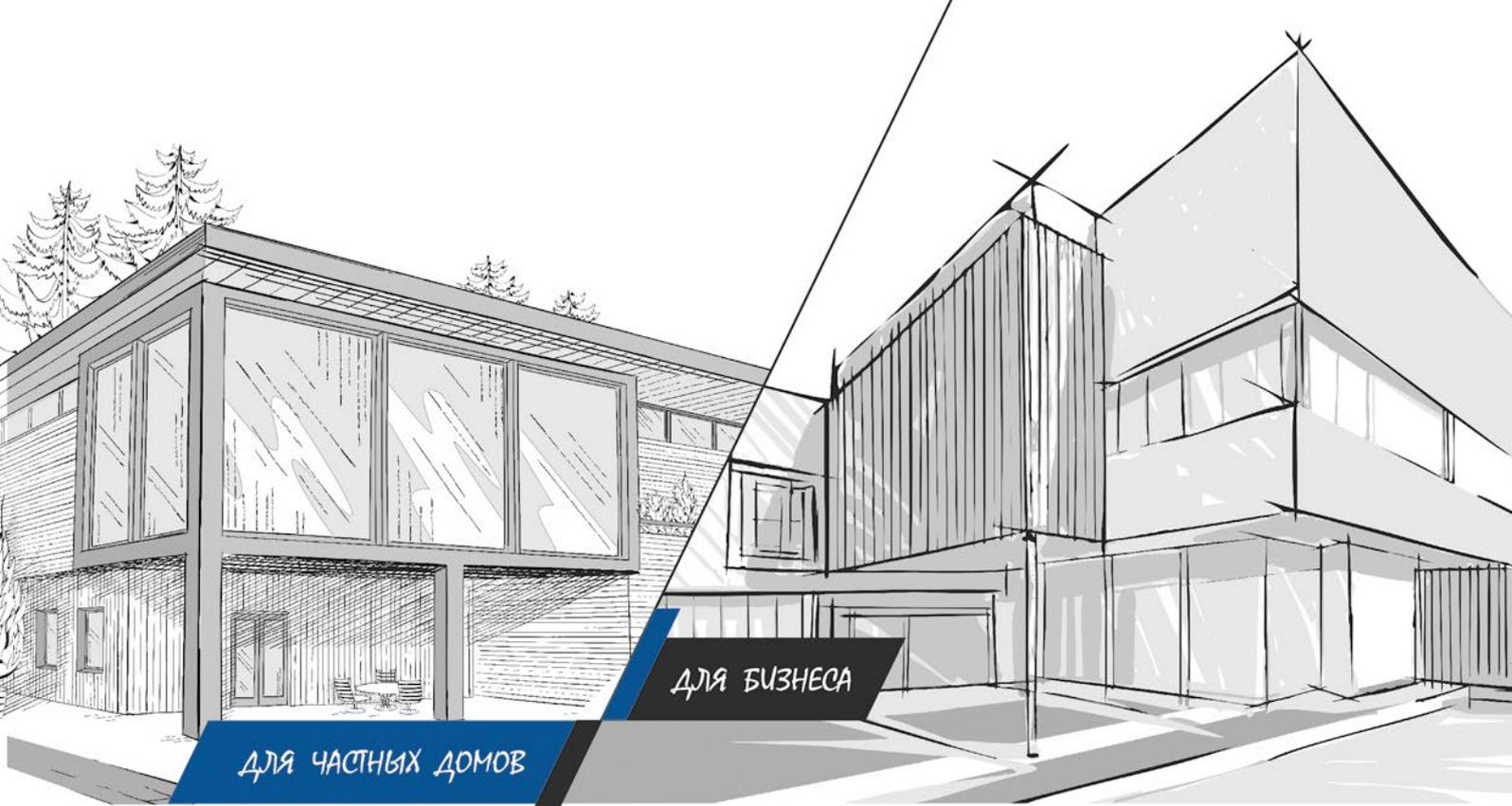
Ознакомиться с подробной информацией и техническими характеристиками котлов CA R, а также изучить ассортимент продукции бренда можно на сайте dedietrich.ru. Специалисты горячей линии с удовольствием проконсультируют по всем интересующим вопросам, касающимся оборудования De Dietrich: тел. 8 (800) 333-17-18 (по будням с 9:00 до 18:00 мск, бесплатно по России).

Другой моделью котла, производимого в России уже под маркой BAXI, является электрический котел Ampera. Котлы производятся на базе производственной площадки завода Торгово-промышленной компании «Красноярскэнергокомплект» в г. Красноярске.

BAXI Ampera сконструирован по принципу и составу удобного многим пользователям и специалистам бытового термоблока, так как внутри установлены трехконтурный насос, расширительный бак и группа безопасности, манометр и необходимые устройства безопасности не только кот-

ла, но и системы отопления. Блок панели управления предусматривает работу с каскадом котлов, бойлером ГВС и несколькими контурами, в том числе с контуром «теплые полы» со смесительным трехходовым клапаном. В модели имеется погодозависимое управление. В ассортименте имеются модели 6, 9, 12, 14, 18, 24 и 30 кВт тепловой мощности. Среди важных характеристик для российских условий эксплуатации следует отметить наличие нагревательного элемента из нержавеющей стали с низкой удельной тепловой напряженностью и длительным сроком службы, а также встроенную стабилизацию напряжения и систему защиты от импульсных помех, которая обеспечивает работу в диапазоне входных напряжений 85–305 В. Такие неотъемлемые функции современного котла, как погодозависимое управление, цифровая шина OpenTherm с возможностью подключения дистанционного управления, уже включены в котел. К тому же комнатный датчик, датчик наружной температуры и датчик ГВС также входят в комплект поставки.

Кроме основного котельного оборудования российского производства, в ассортименте «БДР Термия Рус» уже присутствуют системы удаленного управления котлом BAXI Connect, стабилизаторы напряжения BAXI Energy, разделительные трансформаторы для газовых котлов BAXI Balance, а также некоторые другие аксессуары. Компания и в дальнейшем готова расширять свой ассортимент, не только предлагая импортное оборудование, но и используя российские производственные мощности и потенциал. Уже сегодня клиенты могут получить дополнительные возможности с точки зрения расширения ассортимента компании, конкурентных цен и приемлемых сроков поставки с большим запасом продукции на складах в России.



ДЛЯ ЧАСТНЫХ ДОМОВ

ДЛЯ БИЗНЕСА

BAHI
ТЕПЛО БЕЗ ГРАНИЦ
De Dietrich
КОТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



ДЛЯ КРЫШНЫХ КОТЕЛЬНЫХ

ДЛЯ ПОКВАРТИРНОГО ОТОПЛЕНИЯ

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ РЕДАКЦИЯ ПРОЕКТА ПРИКАЗА МИНСТРОЯ РОССИИ ОБ УСТАНОВЛЕНИИ ТРЕБОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ И КЛАССОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

В. И. Ливчак, к. т. н., независимый эксперт по энергоэффективности зданий и систем их инженерного обеспечения



ВАДИМ ИОСИФОВИЧ ЛИВЧАК

Кандидат технических наук, почетный строитель России, лауреат премии Совета министров СССР, специалист в области теплоснабжения жилых микрорайонов и повышения энергоэффективности зданий. В 1960 году с отличием окончил Московский инженерно-строительный институт по специальности «инженер-строитель по ТГВ». Работал мастером-сантехником, наладчиком систем ОВК и ТС в Главмосстрое, 25 лет — в Московском научно-исследовательском и проектно-институте (МНИИТЭП) начальником сектора теплоснабжения жилых микрорайонов и общественных зданий. Более пяти лет — в Московском агентстве энергосбережения при Правительстве Москвы в должности заместителя директора по ЖКХ, двенадцать лет — в Московской государственной экспертизе начальником отдела энергоэффективности зданий и инженерных систем. Вице-президент НП «АВОК» в 2000–2012 годах. Автор более чем 300 печатных работ и стандартов.

Почему Минстрой России выпускает документы о повышении энергетической эффективности зданий в России, по которой она только снижается? Предлагаются изменения 3-й редакции «Установления требований энергетической эффективности зданий и правил определения класса энергоэффективности многоквартирных домов», проект которой представлен Минстроем России 24.03.2022 на утверждение вместо Постановлений Правительства РФ от 25 января 2011 года № 18 и от 20 мая 2017 года № 603, предусматривающих повышение энергоэффективности зданий: первое — на 40% к 2020 году по сравнению с базовым 2003 годом, а второе — на 50% к 2028 году, в том числе на 1-м этапе с 2018 года — на 20% к тому же базовому году, которые до настоящего времени не выполнены!

Россия, несмотря на запоздалую реакцию СССР на топливный кризис 1973 года, в 21-е столетие вошла по уровню энергоэффективности зданий нового строительства наравне с западными странами. Это произошло благодаря революционным требованиям повышения приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений зданий — на примере наружных стен с 1996 года в 1,8 раза по сравнению с положением до этого года, а с 2000 года более чем в три раза к уровню до 1996 года. Эти требования были сформулированы в Постановлении Минстроя России от 11.08.95 № 18-81 и включены в изменения № 3 к СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника», по которому выполнялось проектирование зданий. Затем вместо СНиП II-3-79* вышел новый СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», в ко-

тором были закреплены эти требования повышения тепловой защиты и впервые на федеральном уровне сформулированы требования к показателю энергетической эффективности строящихся, реконструируемых и капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий — удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенного к площади квартир или полезной площади отапливаемых помещений общественных зданий или их отапливаемого объема (п. 2 Термины СНиП 23-02). Приведены таблицы этих расходов в зависимости от назначения и этажности зданий и градусо-сутки отопительного периода, охватывающие все регионы строительства РФ, — это стало базовым уровнем значений удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию,

Примечание. Площадь квартир определяют как сумму площадей всех отапливаемых помещений (жилых комнат и помещений вспомогательного использования, предназначенных для удовлетворения бытовых и иных нужд) без учета неотапливаемых помещений (лоджий, балконов, веранд, террас, холодных кладовых и тамбуров) — из СП 54.13330, Приложение В, пункт В.2.1.

Полезная площадь здания определяется как сумма площадей всех размещаемых в нем отапливаемых помещений за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов — из СП 118.13330, Приложение Г, пункт Г.2.

на отопление и вентиляцию получилась согласно п. 8 Приложения П равной $0,219 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ при требуемой по табл. 14 — не более $0,319 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$, то есть на $(0,219 - 0,319) \cdot 100 / 0,319 = -31\%$ ниже! Из чего делается вывод, что класс энергетической эффективности проекта здания в соответствии с табл. 2 Приказа Минстроя России от 06.06.2016 № 399 — высокий В, а при расчете по удельному годовому расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесенному к площади квартир, класс энергоэффективности только нормальный D! **При этом годовой расход тепловой энергии остается в обоих случаях неизменным — экономии энергии нет!**

Это и послужило причиной срыва выполнения требований ППРФ о повышении энергоэффективности зданий, несмотря на то, что я еще в 2013 году [1] на страницах этого журнала доказывал ошибочность замены показателя энергоэффективности в СП 50, еще раз в 2017 году [2], сразу после выхода Приказа Минстроя России № 1550 «Требования энергетической эффективности зданий...», и в 2018 году [3], предлагая уточненные значения величин базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий для разных регионов России.

В результате по энергоэффективности зданий мы остаемся на уровне СНиП 23-02 и даже ниже. В то же время в странах ЕС уже прошли три волны повышения энергетической эффективности зданий, и в первую очередь за счет существенного повышения теплозащиты наружных ограждений, поскольку такое решение остается более экономичным по сравнению с мероприятиями по утилизации теплоты вытяжного воздуха, стоков системы водоотведения или грунта земли, использования энергии от НВИЭ (нетрадиционных возобновляемых источников энергии) вместо сжигания углеродного топлива.

Любопытно, как авторы СП 50, убедившись в своих ошибках, но не признаваясь в них, в редакции СП 50 с изменениями № 1 от 14.12.2018 Приложение «П Пример составления раздела "Энергоэффективность" проекта жилого дома», в котором

показано, что при утеплении наружных ограждений проектируемого МКД до базовых значений приведенного сопротивления теплопередаче расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию получилась, как показано выше, равной $0,219 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$, что на 31% ниже требуемой, заменяли на такое же Приложение под обозначением «П», но с новым названием: «Пример расчета удельной теплозащитной характеристики здания», без указания на такое изменение в федеральном нормативном документе — как будто и не было такого огромного несоответствия в показателях.

В рассматриваемом проекте приказа Минстроя авторы СП 50 пошли еще дальше: в таблице Приложения № 2 СП 50 в редакции от 14.12.2018 указаны значения нормируемой удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию на 20% ниже приведенной в табл. 14 СП 50.13330.2012 [для 8-этажного МКД: $(0,319 - 0,255) \cdot 100 / 0,319 = 20\%$]. Тогда отклонение расчетного показателя от нормируемого будет уже не -31% , а $(0,219 - 0,255) \cdot 100 / 0,255 = -14\%$. Но такое изменение значений в таблице надо обосновать, поскольку оно все равно не достигает заявленных нами выше для МКД как минимум на 35%, и не может быть одинаковым с многоквартирными отдельно стоящими или сблокированными домами, потому что в них отношение отапливаемого объема квартир ближе к отапливаемому объему здания, чем в МКД, из-за того что нет общих лестничных клеток, а с общественными зданиями, потому что отношение суммы площадей отапливаемых этажей к полезной площади отапливаемых помещений общественного здания также отличается от значения отношения той же суммы площадей отапливаемых этажей к площади квартир МКД.

И потом, зачем сохранять в проекте расчетный показатель энергоэффективности в виде удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию размерностью $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ отапливаемого объема (или площади здания), когда для установления правильности

работы системы отопления или для выявления резервов энергосбережения этот показатель надо сравнивать с фактическим теплопотреблением эксплуатируемого дома по измерениям общедомового прибора учета, которые ведутся в Гкал или кВт·ч ($1 \text{ Гкал} = 1163 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$), как и удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, имеющий такую же размерность $\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ площади квартир.

Также для определения конечной или первичной энергии, потребляемой МКД, и включающих удельные годовые расходы тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды (все в размерности кВт·ч), не может быть использована удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию с иной размерностью в $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$. Поэтому, вероятно, авторы рассматриваемого приказа сначала в п. 16-1 ППРФ № 603 ограничили «исключением многоквартирных домов» из объектов, на которые распространяются требования п. 16 ППРФ № 18 «о включении нормируемого удельного суммарного расхода первичной энергии в нормируемые показатели», а в проекте рассматриваемого приказа исключили это требование из текста совсем.

Исходя из изложенного предлагается в текст приказа Минстроя РФ добавить:

1. Исключить из текста обоих документов, утверждаемых приказом Минстроя России, понятие «удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию», заменив ее на: «удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию».

2. Исключить из СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» тексты, связанные с задачей определения энергетической эффективности зданий и расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, более близкой к СП 60.13330 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», чем СП 50.13330, для чего одновременно с утверждением Требований и Правил в рассматриваемом приказе Минстроя должны быть внесены следующие изменения в СП 50.13330.2012:



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:



Тел. (812) 718-35-37

а) в 4.1 исключить «эффективности расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию»;

б) в 4.2 исключить фразу «расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий»;

в) в 5.2 исключить фразы «Допускается снижение значения коэффициента m_p в случае, если при выполнении расчета удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по методике Приложения Г выполняются требования пункта 10.1 к данной удельной характеристике. Значения коэффициента m_p при этом должны быть не менее: $m_p = 0,63$ — для стен, $m_p = 0,8$ — для остальных ограждающих конструкций (кроме светопрозрачных), $m_p = 1,0$ — для светопрозрачных конструкций»;

г) исключить «раздел 10 Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий», исключенный из данного СП как обязательный по ППРФ № 815 от 28 мая 2021 года;

д) исключить Приложение: «Г Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий»; «Д Форма для заполнения энергетического паспорта здания»;

е) заменить «Таблицу 3 — Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций» по содержанию на приведенную в предлагаемой альтернативной редакции проекта приказа Минстроя России — Таблица Приложения 4 Требования, в которой базовые значения приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций приняты по СП 50.13330.2012 с изменениями № 1 от 14.12.2018. Также в этих изменениях № 1 приводятся сниженные показатели для лечебно-профилактических, дошкольных и общеобразовательных организаций по сравнению с жилыми и всеми оставшимися общественными зданиями, что противостоит и противоречит предыдущему СНиП 23-02-2003, актуализированному этим СП. Это снижение устранено в данной таблице, излагаемой ниже.

3. Поскольку в пункте 5 рассматриваемого проекта приказа Минстроя в перечисленных актах Перечня национальных стандар-

тов и сводов правил, утвержденных к применению ППРФ № 815 от 28 мая 2021 года, заявлено, что в них приводятся «показатели, характеризующие удельную величину годового [подчеркнутое слово пропущено не случайно — $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$ это не годового расхода] расхода энергетических ресурсов в жилых, общественных и производственных зданиях», а в действительности ничего использовать для определения этих показателей разработанный в НОП (ныне НОПРИЗ) стандарт СТО НОП 2.1.2014 «Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания», поручив НП АВОК в кратчайший срок обновить его с учетом изъятий из СП 50 и произошедших изменений, в том числе связанных с присоединением России к Парижскому международному соглашению о сокращении выбросов парниковых газов. Для усиления направленности документа дать ему новое название: СП «Реализация требований повышения энергетической эффективности зданий и систем их инженерного обеспечения».

Тогда раздел II «Показатели, характеризующие удельную величину годового расхода энергетических ресурсов...» Требования, будет включать пункты следующего содержания:

5. Показатели энергетической эффективности жилых и общественных зданий, характеризующие удельной величиной годового расхода энергетических ресурсов при проектировании и назначении класса энергетической эффективности новых зданий или капитально ремонтируемых, включают удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию этих зданий. При установлении класса энергетической эффективности по результатам энергоаудита существующих МКД или общественного здания включают, помимо удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, по которому оценивается его тепловая энергоэффективность, также и суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и расход электрической энергии

на общедомовые нужды, квартиры и на кондиционирование воздуха (последнее — за исключением МКД в летний и переходный периоды года), в соответствии с которыми оценивается энергоэффективность здания по потреблению конечной энергии. Определены рассчитываемых значений этих расходов и сопоставление с фактически измеренными, пересчитанными на нормализованный отопительный период, приводятся в СП «Реализация требований повышения энергетической эффективности зданий и систем их инженерного обеспечения».

6 — исключен, так как основной показатель отражен в предыдущем пункте 5.

7. В качестве базового уровня удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов, многоквартирных домов отдельно стоящих или блокированной застройки и общественных зданий, а также нормируемого на 1-м этапе повышения их энергетической эффективности принимаются значения, приведенные в таблицах Приложений № 1, № 2 и № 3 к настоящим требованиям, изложенные в [4]. В таблице Приложения № 1 для многоквартирных домов приводится также суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и расход электрической энергии на общедомовые нужды и квартиры — все вместе это конечная энергия, потребляемая зданием.

8-11 — исключены.

Динамика изменения показателей, характеризующих выполнение требований повышения энергетической эффективности для жилых и общественных зданий

Предложенные в рассматриваемом проекте приказа Минстроя «темпы изменения показателей, характеризующих выполнение требований энергетической эффективности зданий», сформулированные в пункте 12 Требования, конечно, не соответствуют современным требованиям. Первые вижу документ, посвященный требованиям энергетической эффективности зданий, который вопреки названию Федерально-го закона России № 261-ФЗ «Об

13-16 СЕНТЯБРЯ 2022

ГОД
ПЕТРА I



XI ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГАЗОВЫЙ ФОРУМ

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



ПАРТНЕРЫ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКСПОФОРУМ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1
+7 (812) 240 40 40 (ДОБ. 2626, 2273)
GF@EXPOFORUM.RU

18+



@GASFORUMSPB

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ
НА НАШ TELEGRAM-КАНАЛ
И ЧИТАЙТЕ НОВОСТИ
РАНЬШЕ ВСЕХ!

GAS-FORUM.RU

Базовые (по СП 50 с уточнениями) и нормируемые в 2022 и 2025 годах значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений для зданий в зависимости от изменения градусо-суток отопительного периода региона строительства

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут.	$R_0^{\text{норм}}, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами, эркерами	перекрытий чердачных, над техподпольями	светопрозрачных конструкций, окон, витражей	фойе
1	2	3	4	5	6	7
Базовые значения						
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000	2,1	3,2	2,8	0,49	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,63	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,73	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,75	0,45
	10 000	4,9	7,2	6,4	0,77	0,5
	12 000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые и оздоровительные	2000	1,8	2,4	2,0	0,49	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,63	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,73	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,75	0,45
	10 000	4,2	5,6	4,8	0,77	0,5
	12 000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55
Нормируемые с 1 сентября 2022 года						
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000	2,6	4,0	3,5	0,5	0,35
	4000	3,5	5,2	4,6	0,65	0,45
	6000	4,4	6,5	5,7	0,75	0,5
	8000	5,2	7,7	6,9	0,85	0,55
	10 000	6,1	9,0	8,0	0,95	0,65
	12 000	7,0	10,2	9,1	1,0	0,7
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые и оздоровительные	2000	2,3	3,0	2,5	0,5	0,35
	4000	3,0	4,0	3,3	0,65	0,45
	6000	3,8	5,0	4,3	0,75	0,5
	8000	4,5	6,0	5,1	0,8	0,55
	10 000	5,3	7,0	6,0	0,85	0,65
	12 000	6,0	8,0	6,9	0,9	0,7
Нормируемые с 1 января 2025 года						
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000	2,9	4,5	3,9	0,55	0,4
	4000	3,9	5,9	5,2	0,7	0,5
	6000	4,9	7,3	6,4	0,8	0,55
	8000	5,9	8,7	7,7	0,9	0,6
	10 000	6,9	10,0	9,0	1,0	0,7
	12 000	7,8	11,5	10,2	1,1	0,75
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые и оздоровительные	2000	2,5	3,4	2,8	0,55	0,4
	4000	3,4	4,5	3,8	0,7	0,5
	6000	4,2	5,6	4,8	0,8	0,55
	8000	5,0	6,7	5,7	0,85	0,6
	10 000	5,9	7,8	6,7	0,9	0,7
	12 000	6,7	9,0	7,7	1,0	0,75

Примечание. Промежуточные значения определять методом линейной интерполяции по градусо-суткам отопительного периода района строительства.



28-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ И ИНТЕРЬЕРНАЯ

ВЫСТАВКА СТРОИМ ДОМ

ООО «КНАУФ ГИПС»
ПАРТНЕР ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЫ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР

0+

ШИРОТА 60 загородное строительство

Дома премиум и комфорт класса под ключ
по индивидуальным проектам
shirota60.ru 8 (812) 926-0484



1-2 октября ЭКСПОФОРУМ Павильон G

г. Санкт-Петербург, Петербургское шоссе 64/1, с 11:00 до 18:00.

- СТРОИТЕЛЬСТВО
- КАМИНЫ, ИНТЕРЬЕР
- ИНЖЕНЕРИЯ
- ЛАНДШАФТ
- СТРОЙМАТЕРИАЛЫ
- МАСТЕР-КЛАССЫ



ДЕВЕЛОПМЕНТ СТРОЙМАТЕРИАЛЫ



герметик
снаб сервис



Бесплатный вход!

exposfera.spb.ru

тел. (812) 425-14-15



ВЫСТАВКА ИНТЕРЬЕРНЫЙ САЛОН

0+

Генеральный спонсор

1-2 октября ЭКСПОФОРУМ

Павильон G

г. Санкт-Петербург, Петербургское шоссе 64/1, с 11:00 до 18:00.



premier.nevado.ru

- ДИЗАЙН • ДЕКОР
- РЕМОНТ • ИНТЕРЬЕР

2022

exposfera.spb.ru

(812) 600-92-92

энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» предлагает «введение запретов» вместо повышения энергоэффективности.

В моих статьях [5 и 6] анализируется положение с состоянием энергоэффективности зданий в нашей стране и передовыми в этой области странами ЕС — Германией и Скандинавскими странами и их планами выполнения стратегии низкоуглеродного развития на планете Земля согласно Парижскому международному соглашению от 12 декабря 2015 года, к которому присоединилась и Россия. Согласно Директиве Евросоюза по энергетическим характеристикам зданий (EPBD 2010/31/EU recast) государства — члены ЕС должны обеспечить условия, чтобы к 31 декабря 2020 года все новые здания стали бы зданиями с «близким к нулевому энергетическим балансом», а в 2010 году они достигли уровня зданий с низким потреблением энергии, что соответствует энергопотреблению на 50% ниже по отношению к стандартному зданию, построенному в начале 2000-х годов.

Следует напомнить, что среди других секторов экономики в секторе зданий и жилищно-коммунального хозяйства заложены наибольшие возможности не только физического снижения потребления энергии, но и достижения полной углеродной нейтральности. Россия в настоящее время находится в новом строительстве на уровне европейских стран начала 2000 годов, а по жилищному фонду, построенному до 2000 года, по теплопотреблению на отопление и вентиляцию — в два раза больше, чем в 2000 году. В [5 и 6] предлагается реальный план достижения в нашей стране к 2050 году (году подведения итогов долгосрочной стратегии низкоуглеродного развития по Парижскому соглашению): в отношении нового строительства — перейти к строительству зданий с потреблением энергии, близким к нулевому, а в отношении существующего жилищного фонда — достичь в результате выполненного комплексного капитального ремонта уровня зданий с низким потреблением энергии для всех построенных до 2000 года многоквартирных домов.

Причем при капитальном ремонте достижение уровня зданий с низким потреблением энергии обеспечивается не применением технологий, использующих нетрадиционные возобновляемые источники энергии, подвергшиеся в последнее время справедливой критике, а только за счет физического сокращения потребления энергии вследствие повышения теплозащиты зданий и осуществления автоматического регулирования подачи теплоты в систему отопления дома на тепловом пункте.

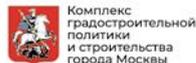
В основу динамики повышения энергетической эффективности зданий нового строительства, выражаемой в снижении их энергопотребления, положены требования Постановления Правительства РФ от 20.05.2017 № 603 по максимальному снижению удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий на 50% по отношению к базовому уровню (соответствующего показателям СНиП 23-02-2003), но из-за задержки его реализации со сдвигом срока окончания не в 2028 году, как было в постановлении, а в 2030 году, и с выполнением 1-го этапа снижения на 25% в настоящем 2022 году, а 2-го этапа — еще на 15% — в 2025 году. И только тогда в сравнении с директивой Евросоюза EPBD 2010/31/EU энергопотребление зданий в России достигнет только в 2030 году уровня зданий с низким потреблением энергии (см. табл. 1 в [6]), достигнутом, например, в Финляндии на двадцать лет раньше — в 2010 году [7]. И это при том, что такое повышение энергоэффективности зданий будет принято в настоящем году на федеральном уровне!

Из [8] следует, что если на первом этапе снижения энергопотребления строящихся и капитально ремонтируемых МКД удельный годовой расход потребляемых энергоресурсов практически обеспечивается за счет дополнительного утепления наружной оболочки здания и осуществления автоматического регулирования подачи теплоты в систему отопления по оптимизированным графикам (разница между требуемым и обеспечиваемым расходами не превышает 1,4%), то на 2-м и 3-м этапах (с 2025 года и 2030

года) разница в потреблении конечной энергии составит соответственно 17 и 31%, в том числе на отопление равно нулю. Из-за степенной зависимости снижения теплопотерь через наружные ограждения повышение сопротивления теплопередаче этого ограждения выше 40–50% по отношению к базовому значению экономически неэффективно, что вынуждает применять решения по снижению расхода теплоты на вентиляцию квартир.

Это может быть регулирование воздухообмена по потребности — снижение объемов воздуха до минимально необходимого при отсутствии жителей, но оно эффективно в домах с заселенностью до 25–28 м² общей площади квартир на человека, потому что при меньшей плотности заселения минимальная норма воздухообмена для вентиляции квартир уже не зависит от вентиляционной нормы воздуха на человека, а определяется минимальной кратностью воздухообмена в квартире (не ниже 0,35 ч⁻¹). Или применения утилизации теплоты вытяжного воздуха для нагрева приточного, а также технологий, использующих нетрадиционные возобновляемые источники энергии (НВИЭ) — тепловых насосов или солнечных фотоэлектрических панелей для выработки электроэнергии.

Дальнейшее снижение энергопотребления зданий нового строительства в России следует принять по уровню снижения из директивы Евросоюза EPBD 2010/31/EU, а по срокам с интервалом не в пять, а в десять лет, поскольку нелогично после 10%-ного снижения энергопотребления по отношению к базовому уровню стандартного здания с 2030 года в последующем пятилетии при переходе к строительству энергопассивных зданий устанавливать 20%-ное снижение их энергопотребления, что и нереально в наших условиях. Тогда для России следует разбить период перехода к энергопассивным зданиям на два подпериода длительностью в пять лет по 10% снижения энергопотребления зданий по отношению к базовому уровню, чтобы в 2040 году закончить переход нового строительства к энергопассивным зданиям и перейти к началу строи-



BUILD SCHOOL 2022

BUILD SCHOOL

VI Международная выставка

Проектирование, строительство, оснащение, реконструкция, модернизация и эксплуатация дошкольных и школьных зданий, игровых площадок и детских спортивных сооружений, образовательных комплексов

BUILD SCHOOL PROJECT

**VI Российский смотр-конкурс
с международным участием**

28-30 сентября

Выставочный комплекс
«Гостиный двор», Москва

buildschool.ru

тельства зданий с потреблением энергии, близким к нулевому, закончив этот переход в 2050 году (см. табл. 2 в [6]).

В отношении существующего жилищного фонда Минэкономразвития России в Комплексном плане мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики России, утвержденном Распоряжением Правительства РФ от 19 апреля 2018 года № 703-р, попыталось установить требование снижения теплопотребления на отопление МКД при их капитальном ремонте на 25% к 2030 году. Но из-за невозможности проконтролировать такое снижение, а также потому, что в СП 50, по которому до сего года ведется оценка энергоэффективности зданий, вообще отсутствуют указания, какую выбирать теплозащиту зданий при выполнении их капитального ремонта, на федеральном уровне никакого повышения энергоэффективности не было реализовано на практике.

НП «АВОК», обладая банком данных показателей удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию основных типовых серий МКД, построенных и эксплуатируемых в г. Москве, имело возможность оценить фактическую энергетическую эффективность жилищного фонда г. Москвы, сложившуюся на начало 2020 года. Расчеты, обоснования которых приводятся в [8], показывают, что для обеспечения такого снижения теплопотребления на отопление жилищного фонда комплексный капитальный ремонт с утеплением и устройством автоматического регулирования подачи теплоты в систему отопления дома по энергоэффективному сценарию, который предполагает повышение теплозащиты зданий с 2022 года на 25% по отношению к базовому уровню и с 2025 года еще на 15%, а всего на 40% выше базового уровня, согласно таблице Приложения 4, должен осуществляться ежегодно на площади, составляющей 2,5% в год от площади жилищного фонда к 2020 году, что близко к объемам нового строительства, в отличие от пункта II.6 Комплексного плана понятно физически и подлежит контролю.

При таком сценарии получается, что до 2030 года комплексно-

му капитальному ремонту будут подвергнуты все МКД, построенные до 1980 года, и, следовательно, можно выйти в последующие за 2030-м годы на расчетный срок в 50 лет между очередными капитальными ремонтами одного и того же дома. Аналогичный вывод, вероятно, можно перенести на другие регионы России. В последующие после 2030-го годы вплоть до 2050 года при таких темпах ежегодного объема капитального ремонта во всех зданиях жилищного фонда, построенных до 2000 года, будет достигнут уровень зданий с низким потреблением энергии.

Тогда п. 12 и последующие пункты раздела II Требований будут следующего содержания:

12. Требования повышения энергетической эффективности жилых и общественных зданий нового строительства должны предусматривать уменьшение удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, а также конечной энергии:

с 1 сентября 2022 года — не менее чем на 25 процентов по отношению к базовому уровню;

с 1 января 2025 года — не менее чем на 40 процентов по отношению к базовому уровню;

с 1 января 2030 года — не менее чем на 50 процентов по отношению к базовому уровню, достигнув уровня зданий с низким потреблением энергии;

с 1 января 2035 года — не менее чем на 60 процентов по отношению к базовому уровню;

с 1 января 2040 года — не менее чем на 70 процентов по отношению к базовому уровню, достигнув уровня энергопассивных зданий;

с 1 января 2045 года — не менее чем на 80 процентов по отношению к базовому уровню;

с 1 января 2050 года — не менее чем на 90 процентов по отношению к базовому уровню, достигнув уровня зданий с энергозатратами, близкими к нулевым.

13. Требования повышения энергетической эффективности многоквартирных домов, наметаемых к комплексному капитальному ремонту с утеплением, должны предусматривать уменьшение удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию: с 1 сентября 2022 года — не ме-

нее чем на 25 процентов по отношению к базовому уровню, с 1 января 2025 года — не менее чем на 50 процентов по отношению к базовому уровню. Ежегодно комплексный капитальный ремонт выполняется на площади, составляющей 2,5% в год от площади жилищного фонда города к 2020 году.

14. Удельный годовой расход энергетических ресурсов для производственных зданий и сооружений не устанавливается.

Замечания в отношении раздела III Требований и содержание изменений

15 — *остается в редакции рассматриваемого проекта приказа, за исключением удаления из перечня актов, указанных в требованиях энергетической эффективности систем инженерно-технического обеспечения, пункт 32 (при повторном упоминании), не относящийся к этому перечню.*

16 — *изложить в следующей редакции:*

В качестве требований к отдельным элементам, конструкциям зданий и их свойствам, к используемым в зданиях устройствам и технологиям, а также требований к включаемым в проектную документацию и применяемым при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте зданий технологиям и материалам, позволяющим исключить нерациональный расход энергетических ресурсов как в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта зданий, так и в процессе их эксплуатации, устанавливаются следующие:

а) для внутренних инженерных систем теплоснабжения административных и общественных зданий общей площадью более 1000 кв. м, подключенных к системам централизованного теплоснабжения, при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте:

установка оборудования, обеспечивающего в системе внутридомового теплоснабжения здания поддержание гидравлического режима, автоматическое регулирование подачи тепловой энергии в системы отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха и с учетом теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности системы отопления, в системы



BUILDING SKIN RUSSIA 2023

ДНИ ОКНА В РОССИИ 2023

ФАСАДНАЯ
АКАДЕМИЯ
EA

Открываем первыми строительный сезон 2023 года, в Крокус Экспо

Отзывы участников

Наталья Кошелева, директор по развитию компании «Альтернатива»:

На Building Skin Russia - очень хорошая отраслевая представленность, плюс большой интерес среди профессиональных участников рынка. И с каждым годом этот интерес только возрастает. Мы рады, что находимся здесь...

Ильгам Талипов, директор компании LEDGO:

Приятно видеть, что форум растет. С каждым годом количество интересных участников только увеличивается. Очень много новых технологий и предложений...

Али Уришанов, руководитель компании «Астек МТ»:

Организаторам большое спасибо! Видно, что посетителям здесь интересно. На форуме представлен срез предложений из самых разных сегментов: алюминий, пластик, строительная химия, информация для проектировщиков и строителей и т.д... Очень много посетителей, что меня удивило.

Татьяна Чичварина, директор по маркетингу компании IVAPER:

Впечатления - замечательные. Здесь создана атмосфера отраслевого сотрудничества, представлено много интересных новинок. Ставится нестандартная задача и тут же компании со своими продуктами пытаются помочь и предложить свои решения. Профессионализм участников впечатляет.

Борис Второв, заместитель директора компании BAUMIT:

Building Skin Russia - одно из знаковых мероприятий, в котором мы с удовольствием принимаем участие каждый год. Состав участников, как всегда - очень интересный. Каждый год форум выходит на более и более высокий уровень.

Андрей Монтянов, магистр техники и технологий теплоизоляционных материалов:

Мне нравится, что на ежегодной основе форум собирает всех участников фасадного рынка. Здесь все делают одно большое дело - развивают этот рынок. По-сути, сейчас только Building Skin Russia и объединяет всех.

21-22
ФЕВРАЛЯ
МОСКВА
CROCUS EXPO
ПАВИЛЬОН 1. ЗАЛ 1



вентиляции — для поддержания заданной температуры приточного воздуха, приготовление горячей воды и поддержание заданной температуры и давления в системе горячего водоснабжения;

оборудование (при условии технической возможности) отопительных приборов автоматическими терморегуляторами (регулирующими клапанами с термостатами) для регулирования потребления тепловой энергии в зависимости от температуры воздуха в помещениях;

б) для многоквартирных домов, подключаемых к системам централизованного теплоснабжения, при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте — установка оборудования, обеспечивающего в системе внутридомового теплоснабжения многоквартирного дома поддержание гидравлического режима, автоматическое регулирование подачи тепловой энергии в системы отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха и с учетом теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности системы отопления, оборудование устройствами, обеспечивающими работу системы вентиляции (воздухопропускные клапаны в окнах или стенах, «проветриватели-бризеры» с механическим побуждением), приготовление горячей воды и поддержание заданной температуры и давления в системе горячего водоснабжения;

оборудование (при условии технической возможности при капитальном ремонте) отопительных приборов автоматическими терморегуляторами (регулирующими клапанами с термостатами) для регулирования потребления тепловой энергии в зависимости от температуры воздуха в помещениях;

при выполнении реконструкции и капитального ремонта МКД, теплоснабжение которого выполняется от ЦТП или квартальной котельной с самостоятельными сетями на отопление и горячее водоснабжение, — установка автоматизированного узла управления системой отопления (АУУ) с заменой элеватора на циркуляционно-подмешивающий насос и устройством автоматического регулирования подачи тепловой энергии в систему отопления

в зависимости от изменения температуры наружного воздуха и с учетом теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности системы отопления;

если при этом ЦТП или внутриквартальные тепловые сети от него подлежат реконструкции или замене — перенос узла приготовления горячей воды из ЦТП в АИТП с установкой в нем теплообменников ГВС и отопления, циркуляционных насосов в местных системах ГВС и отопления и аппаратуры управления подачей теплоты в системы ГВС на поддержание заданной температуры горячей воды и отопления на поддержание графика температур воды в зависимости от изменения температуры наружного воздуха с учетом теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности системы отопления;

в) для помещений административных и общественных зданий с проектным числом работы осветительных приборов свыше 4 тысяч часов в год и систем освещения, относящихся к общему имуществу в многоквартирном доме, при проектировании новых, а также при реконструкции и капитальном ремонте внутридомовых инженерных систем освещения — использование для рабочего освещения источников света со светоотдачей не менее 95 лм/Вт и устройств автоматического управления освещением в зависимости от уровня естественной освещенности, обеспечивающих параметры световой среды в соответствии с установленными нормами.

17 — включить дополнительный пункт следующего содержания:

Обязательным для всех эксплуатируемых зданий, подключенных к системам централизованного теплоснабжения, является установка общедомовых приборов учета потребляемых энергоресурсов и оборудования, обеспечивающего в системе внутридомового теплоснабжения здания поддержание устойчивого гидравлического режима работы, автоматическое регулирование подачи тепловой энергии в системы отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха с учетом теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности си-

стемы отопления, что позволяет на 15–40% и более увеличивать энергоэффективность зданий в эксплуатации.

Дальнейшее повышение энергоэффективности зданий обеспечивается за счет дополнительного утепления наружной оболочки здания согласно таблице Приложения 4 к Требованиям и установкам квартирных водосчетчиков в системе водоснабжения. Рекомендуется также (при наличии технической возможности и технико-экономического обоснования) использовать возобновляемые источники энергии и вторичные энергоресурсы, при этом обеспечивая удельное поступление этих ресурсов от указанных источников в инженерные системы зданий не менее 30 кВт ч/м² в год — с 1 января 2025 года и не менее 45 кВт ч/м² в год — с 1 января 2030 года.

Предлагаемые изменения Правил определения класса энергетической эффективности жилых и общественных зданий

Минэкономразвития России в 2019 году разработало проект законопроекта по внесению изменений в Федеральные законы от 23.11.2009 № 261-ФЗ и от 29.12.2004 № 190-ФЗ в части распространения требований по определению классов энергетической эффективности на общественные здания, объекты индивидуального жилищного строительства, жилые дома блокированной застройки. Считаем, что данное положение в связи с его актуальностью должно быть учтено в рассматриваемом проекте приказа Минстроя России, тогда название его будет: «Об утверждении требований энергетической эффективности и правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных, одноквартирных домов и общественных зданий».

Дальнейшие изменения связаны с тем, что в проекте Минстроя отсутствует экспертиза в оценке энергоэффективности зданий. В результате получается, что экспертиза устранена от контроля за энергоэффективностью строящихся и капитально ремонтируемых зданий, что фактически приводит к снижению их энергоэффективности, отмеченному выше.



МИНСТРОЙ
РОССИИ



IV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА «РОССИЙСКИЙ ФОРУМ ИЗЫСКАТЕЛЕЙ»



МОСКВА

15-16 СЕНТЯБРЯ

2022 г.

www.rusufo.ru
info@rusufo.ru



НИЦ строительство
научно-исследовательский центр



Место проведения: НИУ МГСУ
г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Задача экспертизы в этой области проверить, соответствуют ли выбранные конструкции наружных ограждений требуемому приведенному сопротивлению теплопередаче, учтены ли все составляющие теплового баланса здания при определении удельного теплопотребления на отопление и вентиляцию, соответствуют ли заданным значениям исходные показатели, принятые в расчетах, и соответствует ли запроектированное здание нормируемым требованиям энергетической эффективности, и какой проекту можно присвоить класс энергоэффективности (более подробно в [9]).

Утверждает класс энергетической эффективности построенного и капитально отремонтированного многоквартирного дома или общественного здания согласно ФЗ № 261 Госстройнадзор, но эта организация расчеты не проводит и не проверяет их, а должна ориентироваться на результаты заключения экспертизы по проектной документации и подтверждение застройщиком этих результатов с использованием инструментально-расчетных методов при вводе здания в эксплуатацию.

Еще в пунктах 5–8 Правил рассматриваемого проекта приказа Минстроя указывается, что акт проверки соответствия многоквартирного дома требованиям энергетической эффективности состав-

ляется в том числе на основании декларации о фактических значениях удельных величин расхода энергетических ресурсов, которая подается в произвольной форме. Но зачем создавать еще один документ, да еще в произвольной форме (что предусматривает необходимость его выполнения), когда в проектной документации обязателен энергетический паспорт, в котором предусмотрено включение фактических значений удельных величин расхода энергетических ресурсов?

Соответственно предлагаемые измененные Правила будут включать:

Правила определения класса энергетической эффективности многоквартирных и многоквартирных домов, а также общественных зданий

I. Общие положения

1. Правила определения класса энергетической эффективности жилых и общественных зданий (далее — Правила) устанавливают требования к определению класса энергетической эффективности для многоквартирных и многоквартирных домов, а также общественных зданий при их строительстве, реконструкции, капитальном ремонте и эксплуатации и требования к указателю (маркировке) класса энергетической эффективности, который размещается на фасаде здания.

2. Класс энергетической эффективности включается в энергетический паспорт здания, требования к составу, форме, содержанию и примеры расчета которого приводятся в СП Реализация требований повышения энергетической эффективности зданий и систем их инженерного обеспечения, указанного в пункте 5 Требования предлагаемого альтернативного проекта приказа. Составление энергетического паспорта здания на основании проектной документации и по результатам энергетического обследования предусмотрено частью 8 и частью 9 статьи 15 Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ.

II. Требования к установлению класса энергетической эффективности

3. В правилах определения класса энергетической эффективности приводится:

а) перечень классов энергетической эффективности и их обозначения в соответствии с таблицей 1. Классы энергетической эффективности жилых и общественных зданий.

Базовый уровень энергопотребления зданий соответствует классу нормальный D с диапазоном отклонения расчетного (фактического) удельного годового расхода энергетических ресурсов от ба-

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения значения расчетного (фактического) удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, %
с 2050 года A++++	Наивысший ++++	от -90 и ниже
с 2045 года A+++	Наивысший +++	от -80 до -90
с 2040 года A++	Наивысший ++	от -70 до -80
с 2035 года A+	Наивысший +	от -60 до -70
с 2030 года A	Очень высокий	от -50 до -60
с 2025 года B	Высокий	от -40 до -50
с 2021 года C	Повышенный	от -25 до -40
с 2000 года D	Нормальный	от 0 до -25
E	Пониженный	от +35 до 0
F	Низкий	от +70 до +35
G	Очень низкий	выше +70

Примечание: Многоквартирными домами, имеющими высокий класс энергетической эффективности для целей налогового законодательства, являются многоквартирные дома классов A и выше согласно таблице 1 Правил.

ВЫСТАВКА ОТДЕЛОЧНЫХ
И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ,
ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1–4 марта
2023

 **YugBuild**

Краснодар
ВКК «Экспоград Юг»

17
разделов
экспозиции

146
участников

6496*
специалистов
со всего
Юга
России

*Статистика приведена
по выставке YugBuild-2022

Организатор



+7 (861) 200-12-34
yugbuild@mvk.ru

Официальный
информационный
спонсор



Забронировать
стенд

www.yugbuild.com

зового уровня 0 до -25%, потому что следующий этап повышения энергоэффективности зданий, соответствующий классу повышенный С, начинается с -25% включительно по отношению к базовому. Соответственно, следующий этап повышения энергоэффективности зданий с 2025 года еще на 15% будет соответствовать классу высокий В и начинаться с -40% по отношению к базовому. Далее классы будут отличаться друг от друга в 10%. Очень высокий класс А отражает достижение уровня зданий с низким потреблением энергии; наивысший класс А++ — достижение в 2040 году уровня энергопассивных зданий и наивысший класс А++++ — достижение в 2050 году уровня зданий с потреблением энергии, близким к нулевому.

По результатам фактических измерений для МКД, подлежащих капитальному ремонту (построенных до 2000 года), следует расширить пределы отклонений низких классов, вернувшись к исходной таблице З СНиП 23-02-2003 с небольшим снижением, учитывающим прошедшие восемнадцать лет: для класса пониженного Е от +35 до 0, низкого F от +70 до +35, очень низкого G выше +70%. В противном случае если оставлять уровень самого низкого класса выше +50% (как в Приказе Минстроя № 399), то при указании, что капитальному ремонту подлежат все здания класса энергоэффективности G, под него подпадут здания, построенные до 2000 года. Выполнение изложенного плана позволит в новом строительстве достигнуть только к 2050 году уровня потребления энергии, близкого к нулевому, который предполагается достигнуть странами ЕС в 2020 году;

б) для каждого класса энергетической эффективности соответствующие данному классу минимальные и максимальные значения величины отклонения нормативного показателя, характеризующего удельную величину расхода энергетических ресурсов в жилом или общественном здании;

в) обязательные для наивысших классов энергетической эффективности требования к влияющим на энергетическую эффективность зданий архитектурным, функционально-технологическим, конструктивным и инженерно-техническим решениям;

г) требования к указателю (маркировке) класса энергетической эффективности, который размещается на фасаде жилого или общественного здания.

4. Класс энергетической эффективности устанавливается:

а) для жилых и общественных зданий нового строительства и реконструкции, подлежащих государственному строительному надзору — органом государственного строительного надзора на основании проектной документации с заключением экспертизы и указывается в заключении органа государственного строительного надзора о соответствии построенного, реконструированного здания требованиям проектной документации, в том числе требованиям энергетической эффективности;

б) для многоквартирных домов, находящихся в эксплуатации, — органом государственного жилищного надзора на основании проектной документации с заключением экспертизы, а также путем сопоставления ожидаемого проектного значения удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию дома с фактически измеренным и пересчитанным на нормализованный отопительный период, и указывается в акте проверки соответствия многоквартирного дома требованиям энергетической эффективности.

5. Класс энергетической эффективности определяется на стадии:

а) проектирования для строящихся и капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий — исходя из сравнения (определения величины отклонения) рассчитанного в проекте удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, подтвержденно экспертизой, и базового значения аналогичного показателя для тех же климатических условий региона строительства. При этом следует определить коэффициент проектного запаса тепловой мощности системы отопления по отношению к расчетной тепловой нагрузке системы отопления в разделе проекта ОВ и разделе «Энергоэффективность», причем при величине коэффициента запаса $K_{зан} \geq 1,1$ следует пересчитать требуемые расчетные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе, и в

зависимости от соотношения величины бытовых теплопоступлений к расчетной нагрузке системы отопления рассчитать угол наклона температурного графика, поддерживаемого контроллером регулятора подачи теплоты в систему отопления, установленного в АИТП или АУУ (при теплоснабжении от ЦТП) в соответствии с рекомендациями СП «Реализация требований повышения энергетической эффективности зданий и систем их инженерного обеспечения», указанного в пункте 5 Требований;

б) ввода строящегося здания в эксплуатацию — исходя из сравнения фактического, определенного инструментально-расчетным методом в незаселенном с закрытыми окнами здании (но с подключенной системой авторегулирования отопления и настройкой контроллера на определенный по СП, указанных в пункте 5 Требований, температурный график) и пересчитанного на нормализованный отопительный период, с ожидаемым (принятым в проекте с учетом исходных данных по нормируемому воздухообмену, удельной величине бытовых теплопоступлений, степени автоматизации регулирования подачи теплоты в систему отопления и с учетом накопленной в период строительства влаги в ограждающих строительных конструкциях) удельным годовым расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию;

в) ввода в эксплуатацию прошедшего капитальный ремонт здания без отселения при установленном превышении запаса тепловой мощности системы отопления $K_{зан} \geq 1,1$ следует пересчитать требуемые расчетные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе, и в зависимости от соотношения величины бытовых теплопоступлений к расчетной нагрузке системы отопления установить угол наклона температурного графика, поддерживаемого контроллером регулятора подачи теплоты в систему отопления, в соответствии с рекомендациями СП, указанными в пункте 5 Требований (причем только после включения контроллера на заданный график) — исходя из сравнения фактически измеренного за период не менее четырнадцати суток в пери-



PARKING RUSSIA

**МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА
оборудования
и технологий
для обустройства
и эксплуатации
парковочного
пространства**



Организатор —
компания МВК
Офис в Санкт-Петербурге

МВК Международная
Выставочная
Компания



Москва, ЦВК «Экспоцентр»



**15|16|17
НОЯБРЯ
2022**



**Забронируйте
стенд:**
parking-expo.ru
+7 (812) 401 69 55
parking@mvk.ru



**Получите бесплатный
электронный билет
на сайте parking-expo.ru,**
используя
промокод **avok1**

од октября-марта, пересчитанного на нормализованный отопительный период и переведенного в удельную величину годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, и базового значения аналогичного показателя.

6. Перед установлением класса энергетической эффективности эксплуатируемого здания для выявления и устранения нарушений в его отоплении, а также с целью выявления резервов энергосбережения и повышения энергоэффективности следует сопоставить фактически измеренный по приборам учета расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию этого здания, пересчитанный на нормализованный отопительный период, с ожидаемым, рассчитанным исходя из проектной документации с учетом фактического заселения жилых зданий или заполнения служащими административных и иных зданий. При завышении фактического теплопотребления на отопление над ожидаемым (если при этом температура теплоносителя из системы отопления не превышает требуемую по стандартному графику центрального качественного регулирования, что будет свидетельствовать о завышенном расходе воды из тепловой сети) следует пересчитать расчетные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, и угол наклона температурного графика. Тогда класс энергетической эффективности будет определяться:

— для эксплуатируемых общественных зданий (после пересчета расчетных параметров теплоносителя и установки в контроллере графика регулирования отопления с учетом увеличения доли бытовых тепловыделений в тепловом балансе здания с повышением температуры наружного воздуха) — исходя из сравнения фактически измеренного по приборам учета расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию этого здания, пересчитанного на нормализованный отопительный период и переведенного в удельную величину, и базового значения аналогичного показателя;

— для эксплуатируемых существующих многоквартирных домов, в том числе и после завершения капитального ремонта

и выполненного при необходимости такого же пересчета параметров теплоносителя и температурного графика регулирования, также исходя из сравнения фактически измеренного по приборам учета расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию этого дома, пересчитанного на нормализованный отопительный период и переведенного в удельную величину, и базового значения аналогичного показателя; но, помимо этого, класс энергетической эффективности эксплуатируемых многоквартирных домов следует определять также исходя из сравнения значений показателя суммарного удельного годового расхода энергетических ресурсов, отражающего удельный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на электроснабжение в части расхода электрической энергии квартирами и на общедомовые нужды, и базовых значений показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов в многоквартирном доме, при этом фактические, определенные по показаниям коллективных (общедомовых) приборов учета энергетических ресурсов значения должны быть приведены к расчетным нормативным условиям для сопоставимости с базовыми значениями, в том числе с климатическими условиями, условиями оснащения здания инженерным оборудованием и режимами его функционирования.

7. Присвоенный класс энергетической эффективности многоквартирного дома подтверждается органами государственного жилищного надзора по решению собственников помещений многоквартирного дома или по инициативе лица, осуществляющего управление многоквартирным домом. При проведении проверки соблюдения правил содержания общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме на основании энергетического паспорта о проектных и фактических значениях удельных величин расхода энергетических ресурсов составляется акт проверки соответствия многоквартирного дома требованиям энергетической эффективности на момент составления этого акта и присвоения класса энергоэффективности МКД (далее — по тексту рассматрива-

емого проекта приказа Минстроя России, заменяя слово «Декларация» на «Энергетический паспорт», с исключением пункта 18).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ливчак В. И. Почему СП 50-13330-2012 «Тепловая защита зданий» приводит к снижению энергоэффективности зданий и как выполнить Постановление Правительства России об их повышении. Инженерные системы АВОК Северо-Запад. 2013, № 3.
2. Ливчак В. И., Горшков А. С. Почему Приказ Минстроя России «Требования энергетической эффективности зданий» — это движение назад, в прошлый век? Инженерные системы АВОК Северо-Запад. 2017, № 4.
3. Ливчак В. И., Горшков А. С. Обоснование величин базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий для разных регионов России. Инженерные системы АВОК Северо-Запад. 2018, № 2.
4. Ливчак В. И. Об уточненной таблице классов энергоэффективности зданий, отражающей предложенную Правительством РФ долгосрочную динамику повышения требований. СОК. 2020, № 11.
5. Ливчак В. И. Предложения по нормированию требований повышения энергетической эффективности зданий нового строительства и жилищного фонда России. Энергосбережение. 2021, № 7.
6. Ливчак В. И. Всемирное соглашение о сокращении выбросов парниковых газов и повышение энергетической эффективности зданий в России. Инженерные системы АВОК Северо-Запад. 2021, № 2.
7. П. Сормунен. Энергоэффективность зданий. Ситуация в Финляндии. Инженерно-строительный журнал. 2010, № 1.
8. Ливчак В. И. Какова фактическая энергоэффективность жилищного фонда города Москвы и тенденции ее повышения к 2030 году. Инженерные системы АВОК Северо-Запад. 2020, № 1.
9. Ливчак В. И. Как добиться повышения энергоэффективности зданий при проектировании и ответственности фактического теплопотребления проектным показателям. Инженерные системы АВОК Северо-Запад. 2019, № 4.



КАЛЕНДАРЬ МЕРОПРИЯТИЙ 2023 года*

КОНФЕРЕНЦИИ, ФОРУМЫ И СЕМИНАРЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

ЯНВАРЬ

СЕМИНАР «**Сейсмостойкое строительство и сейсмическое районирование**»
(курс лекций в АО «НИЦ «Строительство») Москва **25-26 ЯНВАРЯ**

МАРТ

КОНФЕРЕНЦИЯ «**Инженерная защита территорий, зданий и сооружений**» Сочи **22-23 МАРТА**

АПРЕЛЬ

СЕМИНАР «**Инженерные изыскания и проектирование фундаментов на многолетнемерзлых грунтах**» (курс лекций в НИИОСП им. Н.М. Герсванова АО «НИЦ «Строительство») Москва **12-14 АПРЕЛЯ**

МАЙ

КОНФЕРЕНЦИЯ «**Основания и фундаменты: современные технологии, специальная техника, оборудование и материалы**» (в рамках выставки СТТ Экспо) Москва **24-25 МАЯ**

ИЮЛЬ

КОНФЕРЕНЦИЯ «**Опоры и фундаменты для ВЛ: технологии проектирования и строительства**» Санкт-Петербург **5-6 ИЮЛЯ**

СЕНТЯБРЬ

КОНФЕРЕНЦИЯ «**Российские и зарубежные технологии проектирования, строительства и реконструкции мостовых сооружений**» Москва **20-22 СЕНТЯБРЯ**

НОЯБРЬ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ «**АРКТИКА**» Тюмень **14-16 НОЯБРЯ**

УЧАСТИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ В ОТРАСЛЕВЫХ ВЫСТАВКАХ:

14-17 ФЕВРАЛЯ

SIBERIAN BUILDING WEEK
Новосибирск

1-4 МАРТА

YUGBUILD
Краснодар

28-31 МАРТА

MOSBUILD
Москва

11-13 АПРЕЛЯ

INTERSTROYEXPO
Санкт-Петербург

18-20 АПРЕЛЯ

BUILD URAL
Екатеринбург

25-27 АПРЕЛЯ

MININGWORLD RUSSIA
Москва

25-27 АПРЕЛЯ

ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ
Санкт-Петербург

23-26 МАЯ

СТТ EXPO
Москва

6-8 ИЮНЯ

МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ
Москва

*В календарь 2023 года могут быть внесены изменения, касающиеся корректировки тематики, сроков и места проведения мероприятий.

За дополнительной информацией Вы можете обратиться по телефонам: +7 (495) 66-55-014, +7 (925) 575-78-10
e-mail: info@fc-union.com, www.fc-union.com

P. S. Предлагаемые изменения проекта приказа Минстроя РФ «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий и правил определения класса их энергоэффективности», направленные на достижение ее повышения, приобретают еще большую актуальность в связи с резкими переменами в экономике нашей страны, подтверждением чему служит вышедшее уже в период проведения Россией специальной операции на территории Украины Постановление Правительства РФ от 20 мая 2022 года № 914 «О внесении изменений в Постановление Правительства Российской Федерации от 28 мая 2021 года № 815 “Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ “Технический регламент о безопасности зданий и сооружений”».

Принятые изменения в ППРФ № 815 связаны с отменой обязательности требований основных стандартов и сводов правил, используемых при проектировании зданий и систем их инженерного обеспечения, и переводом их в добровольные. Многие специалисты, в том числе и я, восприняли эти изменения как отмену каких-либо требований нормирования при проектировании новых и выполнения капитального ремонта существующих зданий, что на практике предопределялось отмеченным в настоящей статье исключением экспертизы показателей энергоэффективности зданий в проектах и отсутствием требований повышения энергоэффективности при выполнении их капитального ремонта в действующих для проектирования нормативных документах.

Но, как было разъяснено в последующем, добровольность применения стандартов и сводов правил, включенных в перечни, не означает, что они могут не соблюдаться. Предоставляется возможность использовать вместо них другие документы, не противоречащие требованиям Федерального закона № 384-ФЗ. При этом лицо, осуществляющее оценку соответствия, вправе потребовать доказательства, что использование других документов не повлечет за собой противоречия требованиям этого ФЗ. Поэтому еще ранее Постановлением Правительства РФ от 26.12.2014 № 1521 из СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» был исключен как обязательный раздел 10 «Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий», потому что он не позволял правильно оценить энергоэффективность за проектированного здания и не способствовал ее повышению. Но после исключения этих положений из одного документа Минстрою России следовало было включить альтернативный документ взамен этого в то же СП или в другой нормативный акт, что не было сделано, после чего многие сочли вообще необязательным повышать и энергетическую эффективность проекта и отчитываться за нее, что и привело к срыву выполнения требований постановлений Правительства РФ и федерального закона.

Однако, как всегда, хорошая весть приходит вместе с плохой. 11.08.2022 ФАУ «ФЦС» письмом № Исх-5102 направило на рассмотрение очередной проект приказа Минстроя России «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений и Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» за подписью министра И. Э. Файзуллина. Рассматриваемый в настоящей статье проект приказа Мин-

строя был передан на обсуждение 24.03.2022 Комитетом ТПП РФ по предпринимательству в сфере строительства. По поручению НП «АВОК» мной письмом И-13/1 от 05.04.2022 было направлено заключение на эту версию проекта приказа с предложением альтернативной редакции, позволяющей реально достигнуть показателей энергоэффективности не только многоквартирных домов, но и всех жилых и общественных зданий, и не только для нового строительства, но и существующего жилищного фонда согласно предложенным Минэкономразвития РФ и утвержденным распоряжением Правительства РФ от 19.04.2018 № 703-р в Комплексном плане мероприятий по повышению энергоэффективности экономики России, а также в соответствии с планом выполнения стратегии низкоуглеродного развития на планете Земля согласно Парижскому международному соглашению от 12.12.2015, к которому присоединилась и Россия.

Ответственный секретарь комитета лично заверил меня, что письмо будет перенаправлено для рассмотрения в Минстрой России. Однако Минстрой не счел необходимым менять свои позиции, обошел молчанием наши неоднократные критические замечания, уверенный в своей непогрешимости. Поэтому новая редакция проекта приказа Минстроя от 11.08.2022 точь-в-точь повторяет предыдущую, за исключением сдвига намечаемого выполнения требований на прошедшие полгода. Замечания наши остались те же. К сожалению, обоснование, приведенное в статье, подтверждает, что задачи повышения энергоэффективности зданий, минимизированные в приказе Минстроя по сравнению с требованиями руководства нашей страны, будут все равно не выполнены без перехода на предлагаемую в статье альтернативную редакцию проекта приказа Минстроя России.



НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

ОСНОВНЫЕ УЧАСТНИКИ ОБЪЕДИНЕНИЯ



ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НОЭ:

- Содействие осуществлению государственной политики в области энергосбережения
- Создание условий для предпринимательской деятельности и реализации проектов в области энергосбережения
- Обеспечение взаимодействия членов НОЭ с органами государственной власти
- Защита интересов членов НОЭ на всех уровнях
- Юридическая и методологическая поддержка
- Подготовка специалистов в области энергосбережения

ЗАДАЧИ НОЭ:

- Продвижение продукции и услуг членов Объединения
- Помощь в продвижении интересов членов Объединения
- Организация выставок, конференций и круглых столов
- Предоставление площадок для проведения различных мероприятий
- Публикация материалов в профессиональных изданиях
- Участие в кобрендинговых программах и проектах
- Финансовая поддержка эффективных энергосберегающих проектов

123056, г. Москва, Электрический переулок, дом 8, строение 5, этаж 5

ст. м. Белорусская

(499) 575-04-44

www.no-e.ru | www.ноэ.рф

info@no-e.ru

ЭКОЮРУС



ВЕНТО

Оборудование систем местной вытяжной вентиляции

проектирование * производство * монтаж * наладка * сервисное обслуживание

Чистый воздух — наша цель!



Сварка



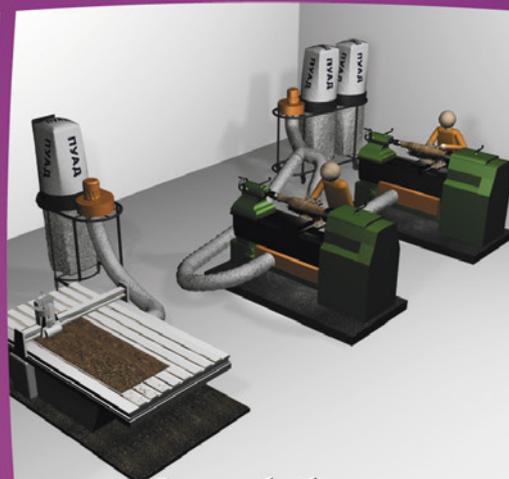
Плазменная резка



Пайка



Шлифовальное
производство



Деревообработка



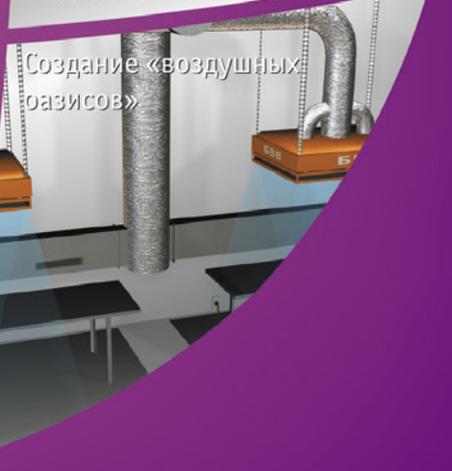
Прессовка
пластмассы



Автосервисы



Системы вытесняющей
вентиляции



Создание «воздушных
оазисов»