

ISSN 1609-3851

ВЕНТИЛЯЦИЯ | ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ | ВОДОСНАБЖЕНИЕ
ГАЗОСНАБЖЕНИЕ | ЭКОЛОГИЯ | ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

АВОК — СЕВЕРО-ЗАПАД

№1 | 2020

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Еще раз о феномене радиального
колеса типа Ц14-46

СТР. 6

Какова фактическая энергоэффектив-
ность жилищного фонда города Москвы
и тенденции ее повышения
к 2030 году

СТР. 46

Продление ресурса эксплуатации
и повышение энергоэффективности
систем водотеплоснабжения
и водоохлаждения

СТР. 60

WOLF

ВЕНТИЛЯЦИЯ, ОТОПЛЕНИЕ

wolfrus.ru



ПРОИЗВОДСТВО -
ВЕНТИЛЯЦИЯ
ОТОПЛЕНИЕ
КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

ИСКУССТВО КОМФОРТА ТЕПЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ЕВРОПЕЙСКОЕ КАЧЕСТВО
ОТ ОТЕЧЕСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДИТЕЛЯ
ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ПРОГРАММЕ
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Воздушные завесы



«Рубеж»

«Классик»

«Мини»

с электрическим и водяным нагревом,
высота установки от 1,5 до 6 метров

Климатические балки



Пассат
пассивного типа

Аквилон
активного типа

Дестратификаторы



«ДФР»

высота
установки от
4 до 20 метров

«ДФВ»

«ТВВ Гольфстрим»



Тепловентиляторы



«ТЭВ»

«Крепыш»

с водяным и
электрическим
нагревом
от 1 до 91 кВт

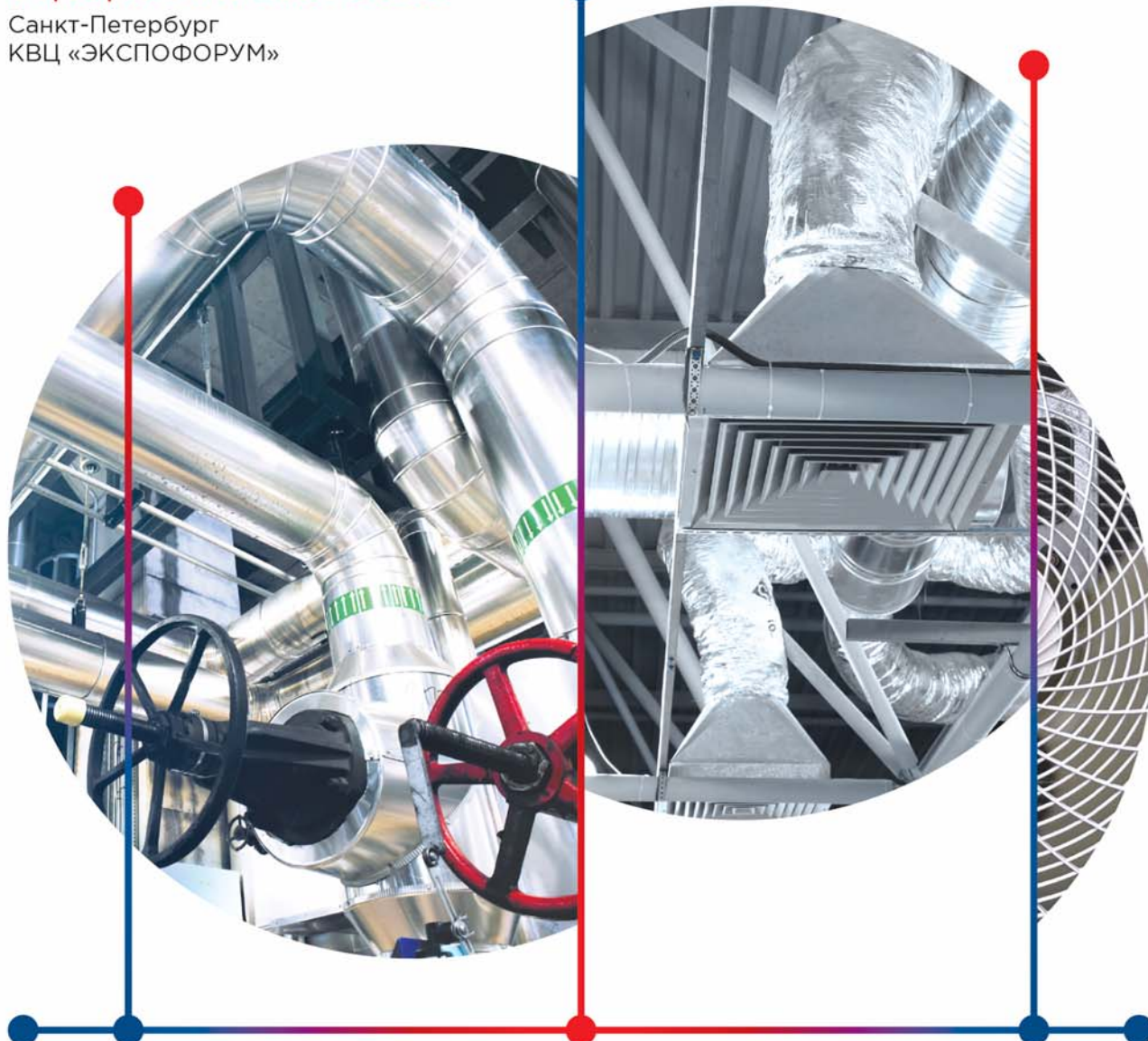
Официальный дистрибьютер - компания «Арктика»:
В Москве: +7 (495) 981-15-15
В Санкт-Петербурге: +7 (812) 441-35-30
www.arktika.ru, www.spb-arktika.ru
www.arktoscomfort.ru



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

14|15|16 АПРЕЛЯ 2020

Санкт-Петербург
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



Отопление



Водоснабжение



Вентиляция



Кондиционирование

Подробнее о выставке:
engineerica.ru



Международная
Выставочная
Компания

Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге

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

12+

В НОМЕРЕ:

6

Ю. Н. Марр

Еще раз о феномене
радиального колеса типа
Ц14-46



14

WOLF подводит итоги



16

**В. С. Казейкин,
В. А. Толстолугов,
В. А. Петров**

Энергоэффективность
в 2020 году. Новые
нормативные акты и
новые высокоэффективные
технологии



26

Оптимизация монтажных
процессов



30

С. В. Корниенко

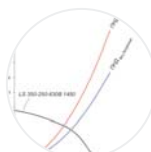
Экспресс-оценка
влагозащиты стен



36

О. А. Продоус, Л. Д. Терехов

Изменение энергозатрат
насосов в зависимости от
значений фактического
внутреннего диаметра
трубопроводов из напорных
полиэтиленовых труб

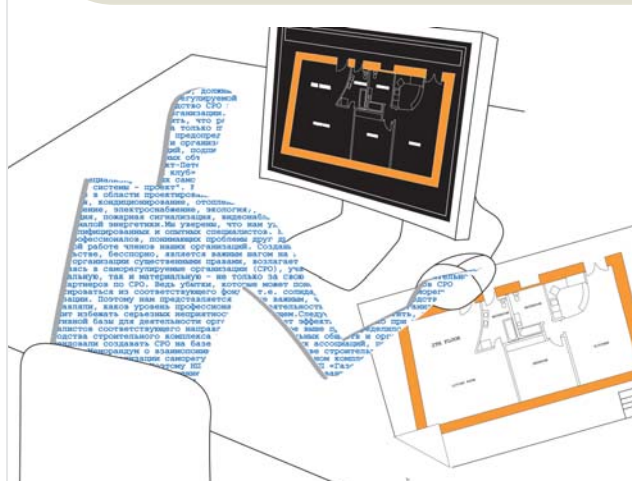


Ассоциация проектировщиков
«Саморегулируемая организация
«Инженерные системы — проект»
№ СРО-П-136-16022010

**ИНЖЕНЕРНЫЕ
СИСТЕМЫ
ПРОЕКТ**

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

Условия членства:
Вступительный взнос: 5000 руб.
Ежеквартирный членский взнос - 19500 руб.
Взнос в компенсационный фонд - от 50000 руб.



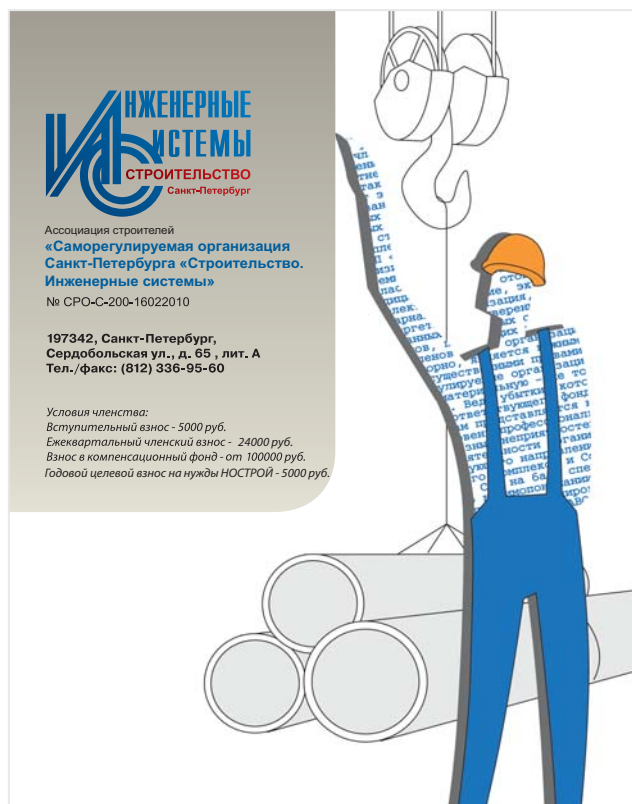
www.sro-isp.ru
spb@sro-is.ru

**ИНЖЕНЕРНЫЕ
СИСТЕМЫ
СТРОИТЕЛЬСТВО**
Санкт-Петербург

Ассоциация строителей
«Саморегулируемая организация
Санкт-Петербурга «Строительство.
Инженерные системы»
№ СРО-С-200-16022010

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

Условия членства:
Вступительный взнос - 5000 руб.
Ежеквартирный членский взнос - 24000 руб.
Взнос в компенсационный фонд - от 100000 руб.
Годовой целевой взнос на нужды НОСТРОЙ - 5000 руб.



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



Санкт-Петербург
Park Inn Прибалтийская



XIX МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ. XXI ВЕК

АРХИТЕКТУРА. ИНЖЕНЕРИЯ. ЦИФРОВИЗАЦИЯ. ЭКОЛОГИЯ

19 НОЯБРЯ
2020



Энерго
Эффективность
XXI век

ОРГАНИЗАТОРЫ



КОНСОЦИУМ
ЛОГИКА® ТЕПЛО ЭНЕРГО **МОНТАЖ**
EX PROFESSO - СО ЗНАНИЕМ ДЕЛА



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР

Строительный
ЕЖЕНЕДЕЛЬНИК

РЕГИСТРАЦИЯ НА КОНГРЕСС

www.ee21.ru

44

**С. М. Якушин,
Л. А. Сугробов**

Парапетные воронки,
и для чего они нужны



46

В. И. Ливчак

Какова фактическая
энергоэффективность
жилищного фонда города
Москвы и тенденции ее
повышения к 2030 году



60

**М. Н. Торопов,
П. П. Бегунов,
Н. В. Васильев,
А. С. Селиванов,
И. Е. Перков**

Продление ресурса
эксплуатации и повышение
энергоэффективности систем
водотеплоснабжения и
водоохлаждения



68

В Санкт-Петербурге
вновь прошел конгресс
«Энергоэффективность.
XXI век»



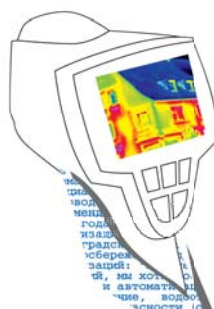
Саморегулируемая организация
Некоммерческое партнерство энергоаудиторов
«Инженерные системы – аудит»
№ СРО-3-032 от 25.10.2010

**ИНЖЕНЕРНЫЕ
СИСТЕМЫ**
АУДИТ

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

Условия членства:
вступительный взнос — 15 000 руб.
ежеквартальный членский взнос — 6 000 руб.
взнос в компенсационный фонд — 15 000 руб.

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



Организаторы:

Ассоциация проектировщиков
«Саморегулируемая организация «Инженерные системы – проект»
и Ассоциация строителей

«Саморегулируемая организация Санкт-Петербурга «Строительство. Инженерные системы»

РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор — **ГРИМИТЛИН А. М.**, д.т.н., проф.

Зам. главного редактора — **ГРИМИТЛИНА М. А.**

Выпускающий редактор — **КОРНЮКОВА О. Е.**

Дизайн, верстка — **АРЕФЬЕВ С. В.**

Финансовая служба — **БОНДАРЕВСКАЯ В. С.**

Отдел рекламы — **ХАССО А. А.**

Отдел подписки и распространения —

КУЖАНОВА Е. С., КАМОЧКИНА О. Ю., СОЛОВЬЕВА А. В.,

МИШУКОВА А. Н., ПАШУТИХИНА М. С.

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 25.02.2020, заказ № 033.

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+

MosBuild

Самая крупная в России
выставка строительных
и отделочных материалов

31 марта – 3 апреля 2020
Москва, МВЦ «Крокус Экспо»

mosbuild.com

получите бесплатно электронный билет,
используя промокод: **MAGAZINE**

1 200

производителей
и поставщиков

из **40** стран



ЕЩЕ РАЗ О ФЕНОМЕНЕ РАДИАЛЬНОГО КОЛЕСА ТИПА Ц14-46

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 Ленинградского политехнического института имени М. И. Калинина.

В 1969 году защитил кандидатскую диссертацию. С 1963 по 1990 год работал в ЛенНИИхиммаше на научных должностях.

С 1999 года работает в АО «НПО «Тепломаш». Автор более чем 60 научных трудов, в том числе 2 книг и 26 изобретений.

Разработки Ю. Н. Марра последних лет реализованы в продукции АО «НПО «Тепломаш».

Радиальные колеса барабанного типа с лопатками, загнутыми вперед, имеют принципиально различающиеся характеристики при их размещении в спиральном корпусе и в свободном состоянии [1]. Обратное влияние спирального корпуса на течение в колесе отмечалось всегда [1, 2]. Однако и в [1, 2], и в более ранних работах его влияние на работу колес ограничено случаем прямого функционального назначения корпуса.

Анализ экспериментальных работ [3] привел к выводу, что спиральный корпус не только собирает массовый расход и преобразовывает динамическое давление. Он прямо воздействует на формирование потока в колесе с лопатками, загнутыми вперед, упорядочивая аэродинамическую структуру в межлопаточных каналах колеса. Именно этим обеспечивается многократное повышение аэродинамических характеристик вентиляторов с колесами барабанного типа с лопатками, загнутыми вперед.

Объяснение феномену, данное в [3], показалось нам недостаточным. Поэтому возникла необходимость к нему вернуться.

1. Факт радикального упорядочения течения в колесе типа Ц14-46 при установке его в спиральный корпус выводит задачу за рамки традиционных представлений о воздействии «здесь и сейчас» и не позволяет называть тривиальным принуждение, которое оказывает спиральный корпус на течение в колесе. Сильное влияние вверх по потоку аэродинамических структур, расположенных за колесом, а также действие положительной обратной связи [3] наводят на мысль о принадлежности феномена к явлениям самоорганизации.

Эта область знаний об эволюции природных объектов и процессов называется синергетикой [4] (см. главу 2, «Синергетика как новая парадигма»). Объектами синергетики являются открытые неравновесные системы. В общем случае такая система представляет собой выделенную область пространства, заполненную некоей средой. Система контактирует с внешним окружением, имеет источники и стоки различных субстанций (массы, вещества, импульса, энергии и т. д.), обменивается субстанци-

ями с внешним окружением. Все процессы в системе можно обозначить одним понятием — **перенос субстанций** — даже для таких усложненных случаев, как фазовые переходы и химические реакции. Субстанция переносится самопроизвольно от источника к стоку или, предельно упрощая, из области, где ее «много», в область, где ее «мало», из области высокого потенциала в область низкого.

Пока плотности потоков переносимых субстанций малы, сам перенос носит диффузионный характер (теплопроводность, молекулярная вязкость и т. д.). Система считается локально квазиравновесной. Поточковые структуры в таких системах имеют монотонно изменяющиеся параметры. Применительно к ним используют термин **«организация»**, поскольку монотонная структура принудительно и однозначно организована линейными законами переноса субстанций и граничными условиями.

Возрастание интенсивности источников и стоков повышает плотности потоков субстанций —

система удаляется от равновесия, однако до поры до времени изменения остаются количественными, новых качеств не возникает. Лишь начиная с некоторого критического момента монотонные потоковые структуры теряют устойчивость и разрушаются. На их месте самопроизвольно возникает новый вид порядка, обеспечивающий перенос субстанций с потоками более высокой плотности. В этой перестройке отсутствуют какие-либо механизмы принуждения и целеполагания, она совершается за счет внутренних стимулов сложной нелинейной системы и обозначается термином **«самоорганизация»** [4]. Примерами могут служить в теплотеплопереносе ячейки Бенара, в химии — реакции Белоусова — Жаботинского, в гидродинамике — вихри Тейлора, дорожки Кармана и переход от ламинарного течения к турбулентному.

Современные представления о роли самоорганизации в эволюции получили развитие не только в части возможности сверхбыстрого протекания процессов, за которым стоит нелинейная положительная обратная связь. Главное, получил обоснование дуализм эволюции, заключающийся в неразрывной связи энтропийных процессов, направленных к равновесию в соответствии со вторым началом термодинамики (организация), и антиэнтропийных процессов, направленных к неравновесности (самоорганизация) [5]. Завершая короткий экскурс в вопросы синергетики, отметим, что ее возможности сегодня сделали реальностью материалистические объяснения многих парадоксальных явлений, например, даже таких, как будущее организует настоящее [4].

2. Вентилятор перемещает массу из области пониженного давления в область повышенного. В отличие от описанной системы для организации такого движения требуется затрата механической энергии. Система допускает в своем составе источники любого вида энергии, в том числе кинетической. Передача энергии среде есть процесс, приводящий к появлению макроскопических движений среды, или, попросту, течений. Это переводит рассмотрение в область гидродинамических си-

стем. Простая разность давлений на границах системы приведет к течению жидкости (потоку массы) в направлении уменьшения давления. Направленное введение в систему кинетической энергии может обратить течение жидкости в сторону повышения давления.

Тангенциальные напряжения (на стенках и между спутными течениями) формируют в системе потоковые структуры с диффузионным переносом импульса в пограничных слоях (каналах) или в свободных слоях сдвига. Потеря устойчивости этих структур в соответствующих системах порождает не только упомянутые вихри Тейлора, дорожку Кармана, но и турбулентность, т. е. переход к самопроизвольному хаотическому движению жидкости в макромасштабе с последующей полной диссипацией энергии.

3. В нашем случае передача энергии воздуху осуществляется радиальным колесом барабанного типа с лопатками, загнутыми вперед, с гидравлически короткими межлопаточными каналами. Действие массовых (центробежных) и поверхностных сил формирует протекающий через колесо поток, который в случае свободного колеса почти целиком заворачивает назад в межлопаточные каналы, образуя циркуляционные зоны [3]. Лишь малая часть этого потока выходит из колеса в свободное пространство, формируя расход и избыточное статическое давление. Свободные колеса Ц14-46 можно уподобить перемешивающим устройствам, создающим интенсивное принудительное перемешивание среды. Движение заполняет внутреннее пространство колеса, выходит в его наружную окрестность и поддерживается введением в поток механической энергии с практически полной ее диссипацией (95%). Свободное колесо типа Ц14-46 превращается в гидродинамический нагреватель [1].

Среда, заполняющая свободное колесо и протекающая через него, хаотизирована не только на микроуровне, но и в движениях на макроуровне. Последние поддерживаются непрерывным введением в поток кинетической энергии и приобретают сугубо специфический характер искусственной турбулизации.

Завод «Арктос» расширил модельный ряд дестратификаторов

Дестратификатор — это устройство, предназначенное для выравнивания температуры воздуха (дестратификации) в помещении. Он создает подвижность воздуха и уменьшает его температурное расслоение в помещениях с высокими потолками, таких как производственные цеха, торговые комплексы и т. п.

Применение дестратификаторов позволяет существенно снизить затраты на обогрев помещения за счет подачи в рабочую зону скапливающегося под потолком теплого воздуха.

На данный момент «Арктос» выпускает две модификации дестратификаторов: ДФР и новую модель — **ДФВ** (вихревые).

Особенностью **ДФВ** является наличие на воздухоподводящей панели 4 квадратных секций с поворотными жалюзи, благодаря которым имеется возможность регулирования направления, дальности и формы приточного потока путем изменения угла их наклона от 0 до 45°.

Конструкция **ДФВ** предусматривает индивидуальное посекционное управление поворотом жалюзи и синхронное управление с помощью ручного или электропривода.

Также все модели дестратификаторов оснащаются кронштейнами подвески и комплектом крепежа для установки кронштейнов.



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

В естественном турбулентном движении структура пульсаций есть результат наложения движений различных масштабов: от самых крупных, порядка размеров системы, до самых мелких, в которых существенной становится вязкость жидкости. Такая структура соответствует представлению о развитой турбулентности [6]. При этом центральным моментом становится переход энергии от турбулентных пульсаций (вихрей) с большими масштабами к пульсациям с меньшими масштабами практически без диссипации. Собственно диссипация, т. е. переход кинетической энергии в тепло, происходит в самых мелкомасштабных (вязкостных) пульсациях.

Модель развитой естественной турбулентности [6] была успешно использована в перемешивающих устройствах для обоснования зависимостей тепло- и массопереноса [7]. Это означает, что в пространстве масштабов искусственно турбулизированной жидкости также возникает непрерывный поток энергии от крупно- к мелкомасштабным пульсациям. В физическом пространстве между каналами лопаточной решетки и внутри них на фоне всеобщего хаотического пульсационного движения будут просматриваться рециркуляции массы с незначительными отслоениями и протоками за пределы колеса. Гипотетически эти протоки можно рассматривать как результат случайных возмущений потока энергии в пространстве масштабов. Из них складывается расход свободного колеса. Чем сильнее возмущения в пространстве масштабов, тем выше уровень порядка в физическом пространстве и больше расход через колесо. В пределе полное подавление макроскопического хаоса восстанавливает структуру течения в колесе в спиральном корпусе.

Таким образом, гипотетически полная потоковая структура свободного колеса представляет собой сопряженные потоки двух субстанций: кинетической энергии в пространстве масштабов и массы в физическом пространстве через межлопаточные каналы колеса.

4. Обычно рассматривают раздельно два крайних случая: свободное колесо и вентилятор.

Вместо этого зададим открытую неравновесную систему в виде радиального колеса, вращающегося в пространстве с варьируемым ограждением, в котором имеется регулируемый выход воздуха наружу. Выбрасываемый колесом поток воздуха создает в пространстве за колесом вращающееся кольцевое течение (крутку). Ограждение может быть удаленным от колеса настолько, что колесо остается свободным. В этом случае кольцевое течение принимает форму относительно вялой раскручивающейся веерной струи. Приближение ограждения к колесу с постепенным приданием ограждению спиралевидной формы переформирует свободный поток из колеса, усиливая крутку.

По мере приближения ограждения к колесу скорость и масштаб крутки нарастают. Предельная конфигурация ограждения — спиральный корпус — завершает перестройку кольцевого течения в потенциальный вихреисточник. Это течение подтверждено измерениями на выходе из колеса в спиральном корпусе [1]. Его ядро занимает около 70% ширины колеса вблизи заднего диска. Величина тангенциальной составляющей скорости $\bar{c}_{2u}$ лежит в диапазоне от 1,6 до 2,1 при коэффициентах расхода $\varphi = 0,35-0,7$. В области оставшихся 30% ширины колеса (у переднего диска) возникает возвратные течения, особенно при малых расходах. По измерениям [8] тангенциальная скорость ядра потока в спиральном корпусе составляет $\bar{c}_{3u} = 1,2-1,5$.

По отношению к течению внутри колеса вращающийся поток за колесом можно рассматривать как **внешний независимый фактор системы, оказывающий кольцевое тангенциальное воздействие на структуру течения в колесе**. Внешний организующий фактор определяет положение системы на термодинамической ветви, т. е. степень удаления системы от термодинамического равновесия и приближения ее к режиму с критической плотностью потока переносимой субстанции. В нашей системе, как было сказано, одной из сопряженных переносимых субстанций является проток массы через колесо, из которого формируется охватывающая колесо крутка. Малейшая активизация

крутки, обусловленная приближением ограждения и связанная, в первую очередь, с увеличением угла выхода потока из колеса в относительном движении, посылает вверх по потоку (в межлопаточные каналы) информацию о возникшем несоответствии имеющегося места в колесе течения требованиям локализованной ниже по потоку крутки. В связи с этим можно говорить о приходе **системообразующей информации из «будущего»** в структуру, **«живущую сейчас»** внутри колеса.

Применительно к явлениям гидродинамики в этом утверждении нет ничего из ряда вон выходящего. Когда масштабы наблюдаемого позволяют одновременно охватить все, что происходит ниже по течению и выше по течению, возникает очевидная аналогия с ходом времени. Появляется «настоящее» — структура, расположенная в данном месте, «прошлое» — структура выше по течению и «будущее» — то, что ниже, дальше, потом. Моделирование взаимодействия «будущего» с «настоящим» — отдельная задача синергетики, имеющая материалистическое толкование [4]. Здесь речь будет идти только о гидродинамической интерпретации такого взаимодействия.

5. На основе организующего фактора определяют так называемый **управляющий параметр**. В гидродинамике это, большей частью, число Рейнольдса, в свободной конвекции — число Релея. По достижении критического значения параметра потоковая структура теряет устойчивость, флуктуации разрастаются, и система переходит на другую ветвь развития. Управляющий параметр нашей неравновесной системы связан с кольцевым тангенциальным воздействием, в частности, со степенью опережения кольцевой круткой вращения колеса. Можно принять в качестве управляющего параметра коэффициент тангенциальной скорости на выходе из колеса $\bar{c}_{2u}$ и рассматривать тангенциальное воздействие в режимах превышения тангенциальной проекцией линейной скорости вращения колеса $\bar{c}_{2u} \geq 1$. Существует некоторое критическое значение $(\bar{c}_{2u})_{кр}$, при котором потоковая структура свободного колеса станет не-

устойчивой, и начнется выстраивание порядка.

Флуктуации потоковой структуры на основе молярного переноса, по всей видимости, представляют собой локальные случайно возникающие нарушения в пространстве масштабов, оборачивающиеся в физическом пространстве очагами регулярных движений. В свободном колесе таковыми можно считать беспорядочные выбросы воздуха, образующие в среднем расход колеса. Устойчивость потоковой структуры к флуктуациям обеспечивается у свободного колеса стабилизирующим воздействием относительно вялой быстро раскручивающейся вверной струи с управляющим параметром не более единицы. Даже небольшая активизация крутки на выходе из колеса (увеличение управляющего параметра $\bar{c}_{2u}$) усилит флуктуации, т. е. увеличит их частоту, продолжительность и объем областей регулярного движения в колесе. Внутри них начнут развиваться элементы структурированного течения в межлопаточных каналах, которые приведут к росту расхода и дополнительному увеличению управляющего параметра $\bar{c}_{2u}$.

6. Наиболее частый случай взаимодействия «будущего» и «настоящего» — это распространение вверх по потоку информации-импульсов давления, которые переформируют набегающий поток, готовя его к контакту, например, с расположенным впереди обтекаемым телом или перетеканием в канал другой формы и направления. Такого рода влияние будущего на течение в колесе вентилятора наглядно демонстрируется системой «колесо — ограждение» на основе одномерной симметричной модели течения в колесе и в корпусе без потерь [1, 2].

Обычно по заданному углу выхода потока из колеса (абсолютной скорости) α_{20} определяют требуемые размеры спирально-го корпуса: раскрытие обечайки $A = A/D_2$, ширину корпуса $\bar{B} = B/D_2$. Обратим логику задачи. При заданных размерах корпуса и реализации в нем течения типа вихреисточника будем искать требуемый угол выхода потока из колеса. Расчетная зави-

симость имеет тот же вид, что и для прямой задачи [1, 2]:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_{20} = & (1/2\pi) \cdot (\bar{B}/\bar{b}_2) \times \\ & \times \ln(1 + 2\bar{A}). \end{aligned} \quad (1)$$

При выводе выражения (1) геометрия колеса не оговаривалась. Было лишь обозначено, что на выходе из колеса имеют место составляющие скорости c_{2r} и c_{2u} , связанные с углом выхода потока равенством

$$c_{2u} = c_{2r} \operatorname{ctg} \alpha_{20}, \quad (2)$$

которое с учетом (1) становится характеристикой спирального корпуса. Поэтому (1) справедливо для любого колеса. Смысл его состоит в том, что в колесе (т. е. в **«настоящем»**) должна установиться такая структура, которая независимо от угла выхода лопатки β_2 обеспечит угол выхода потока, требуемый сложившимся в заданном корпусе течением (т. е. **«будущим»**, поскольку корпус расположен по потоку ниже колеса). Режим с этим углом выхода называют **режимом согласованной работы колеса и корпуса** (можно перефразировать в **«режим согласованного с будущим настоящего»**). Показано [1, 2], что при идеальной характеристике свободного колеса, имеющей вид

$$\bar{c}_{2u} = 1 - \bar{c}_{2r} \operatorname{ctg} \beta_2, \quad (3)$$

коэффициент радиальной скорости для реализации режима согласованной работы должен равняться

$$\bar{c}_{2r} = (\operatorname{ctg} \beta_2 + \operatorname{ctg} \alpha_{20})^{-1}. \quad (4)$$

Выражение (4) получается как пересечение характеристики корпуса (2) с характеристикой колеса (3) в координатах $\bar{c}_{2u}$, $\bar{c}_{2r}$. Таким образом, для режима согласованного взаимодействия «настоящего» с «будущим» необходима «самоподгонка настоящего», которая протекает в рамках предсказуемости в соответствии с (3), является очевидным результатом принуждения по (1) и поэтому не имеет отношения к самоорганизации.

Подобных примеров в технике много. У тех же вентиляторов рабочая точка определяется пересечением характеристики вентилятора и характеристики сети.



С НАМИ КОМФОРТНО

КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

- Вентиляционное оборудование
- Кондиционеры
- Чиллеры и фанкойлы
- Увлажнители воздуха
- осушители воздуха
- Системы автоматики



АРКТИКА

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, ОТОПЛЕНИЯ
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Москва, улица Тимирязевская, 1, строение 4.

Тел.: (495) 981 1515, (499) 755 1515.

Факс: (495) 981 0117.

Санкт-Петербург, улица Разъезжая, 12, офис 43.

Тел.: (812) 441 3530. Факс: (812) 441 3535.

www.ARKTIKA.ru

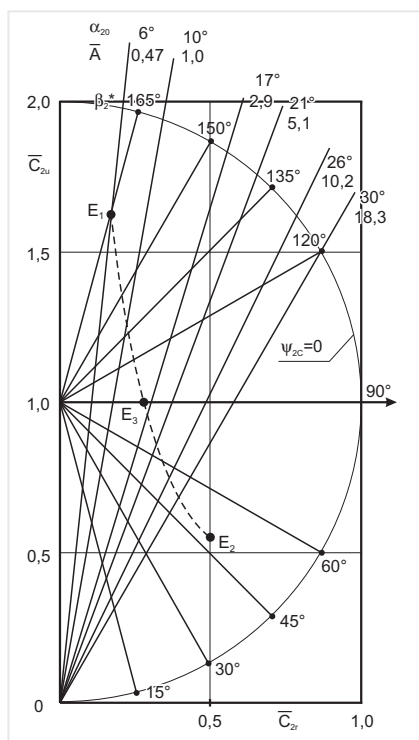


Рис. 1. Характеристики колес с углом b^*2 и спиральных корпусов с раскрытием $\bar{A}$

Применительно к нашей гидродинамической аналогии хода времени вентилятор — объект «настоящего». Сеть, независимо от расположения ее относительно вентилятора, есть объект «будущего», поскольку требования сети первичны по отношению к возможностям вентилятора и его реакции. Здесь «будущее» (сеть) точно так же принуждает «настоящее» (вентилятор) занять детерминированную рабочую точку.

7. Характеристики свободных колес барабанного типа не описываются выражением (3), и поэтому рассмотренное выше согласование не имеет места. Для описания взаимодействия колеса со спиральным корпусом требуется моделирование перестройки течения в колесе. Покажем, как можно моделировать данную ситуацию на основе тех же выражений (1) — (4) с идеализированным одномерным течением. Для этого расширим систему «колесо — ограждение» возможностью варьировать геометрию колеса, в частности, изменять угол выхода лопаток β_2^* (звездочкой отмечена варьированность угла). Этим достигается возможность приближенно моделировать происходящее

в реальном колесе отклонение угла выхода потока в относительном движении от угла выхода лопатки β_2 через угол β_2^* . В целом можно наблюдать самоперестройку всей структуры от свободного колеса до колеса внутри спирального корпуса. При этом ограждение всегда остается в форме спирального корпуса, и при любых размерах в нем развивается течение типа вихреисточника. Ситуация свободного колеса приближенно моделируется ограждением с большой величиной раскрытия, например, $\bar{A} > 10$.

Перенесем рассмотрение в поле характеристик в координатах $\bar{C}_{2u}$, $\bar{C}_{2r}$ на рис. 1. Прямые, исходящие из точки (1,0), — характеристики радиальных колес, имеющих углы выхода β_2^* в диапазоне от 15° до 165°. Лучи, проведенные из начала координат, — характеристики спиральных корпусов с углами входа α_{20} от 6° до 30° и соответствующими им раскрытиями $\bar{A}$ от 0,47 до 18,3 (далее всюду принято $B/\delta_2 = 1$).

Относительно характеристик колес следует оговориться. В [1, 2] под выражением вида (3) подразумевается характеристика свободного колеса. Для колес с лопатками, загнутыми назад ($\beta_2^* < 90^\circ$), это справедливо, поскольку их реальные характеристики мало отличаются от ситуации расположения в спиральном корпусе. Для колес с лопатками, загнутыми вперед ($\beta_2^* > 90^\circ$), характеристики свободных колес не имеют ничего общего с видом (3). Поэтому их условные изображения на рис. 1 следует понимать для ситуации расположения колес внутри спирального корпуса. Поле возможных режимов с положительным статическим давлением на рис. 1 ограничено линией полуокружности с радиусом $\bar{C}_{2r} = 1$, на которой коэффициент статического давления равен нулю, что соответствует условию

$$(\bar{C}_{2r})_{\max} \leq \sin \beta_2^*. \quad (5)$$

Все точки пересечения характеристик одного семейства с другим внутри границы (5) есть режимы согласованной работы колеса с корпусом (4).

Рассмотрим вначале процесс удаления ограждения от колеса. Выберем в качестве исходного варианта точку E_1 для колеса с $\beta_2 = 165^\circ$ в спиральном корпусе с

раскрытием $\bar{A} = 0,47$ ($\alpha_{20} = 6^\circ$). Для моделирования перевода колеса в свободное состояние начнем увеличивать раскрытие корпуса, принимая во внимание требование варьирования вихреисточника к изменению положения согласованного режима внутри области (5). Понятно, что с ростом $\bar{A}$ точка E начнет перемещаться вниз по некоторой траектории, уменьшая угол β_2^* . Зададим условие вариации, например, в виде постоянной относительной аэродинамической мощности системы

$$\bar{N}_a = (\bar{C}_{2u}) (\bar{C}_{2r}) = \text{const}. \quad (6)$$

В исходной точке $\bar{N}_a(E_1) = 0,277$. Траектория постоянной мощности с этим значением изображена на рис. 1 пунктирной линией. Она достигает минимального угла в области колес с лопатками, загнутыми назад (ориентировочно при $\beta_2^* = 50^\circ$, $\bar{A} \approx 267$ и $\alpha_{20} \approx 45^\circ$), — точка E_2 , что соответствует очень сильному отклонению потока от $\beta_2 = 165^\circ$ в относительном движении. Поскольку в реальном свободном колесе Ц14-46 такое отклонение достигает угла 90° [3], логично прервать траекторию в точке E_3 ее пересечения с характеристикой колеса при $\beta_2^* = 90^\circ$.

Можно интерпретировать этот результат следующим образом. Перенос колеса с углом $\beta_2 = 165^\circ$ из согласованного спирального корпуса (точка E_1) в практически свободное пространство, в котором влияние вихреисточника исчезающе мало (точка E_3 , величина раскрытия около 2,8), резко уменьшает управляющий параметр $\bar{C}_{2u}$ от 1,65 до 1. А это изменяет требования к формированию выходящего из колеса потока в сторону упрощения структуры путем увеличения угла выхода абсолютной скорости α_{20} до $16,5^\circ$ в точке E_3 . В рамках разрешенной нашей системой трансформации такое увеличение угла α_{20} становится возможным только при значительном уменьшении угла выхода лопатки β_2^* (или угла относительной скорости).

Полученный результат демонстрирует хорошее качественное совпадение с реальной ситуацией в части угловых параметров. Однако идеальная модель одномерного движения без потерь, да еще при условии неизменной аэродинамической мощности, не допу-

скает полного качественного совпадения с реальностью. Так, угол 90° в реальном свободном колесе сформирован не трансформированными лопатками колеса, а отрывными циркуляционными зонами, угнездившимися в каналах круговой решетки. Расход ($\bar{c}_{2r}$) в идеальной модели при перемещении к точке E_3 не уменьшается, а увеличивается. И хотя последнее обстоятельство не так далеко от истины, в рамках данной модели невозможно отразить возникающую в свободном колесе мощную рециркуляцию масс и затрачиваемую на это энергию (потери) с многократным уменьшением полезной аэродинамической мощности. Поэтому главный результат моделирования — это перестройка течения в колесе с изменением угла выхода потока.

В конечном счете нас интересует траектория обращенного движения точки E от почти свободного колеса до его нормального размещения в спиральном корпусе. Соблюдение условия (6) гарантирует идентичность траектории $E_3 - E_1$ с увеличением управляющего параметра $\bar{c}_{2u}$ и угла выхода β^*_2 . Обращенная трансформация структуры потока в колесе, названная выше «самоперестройкой» и опирающаяся на трансформацию круговой решетки, может рассматриваться как **упрощенный аналог самоорганизации под действием внешнего фактора — интенсивности крутки охватывающего колеса потока**. Термин «самоорганизация» используется здесь с оговоркой, поскольку описанная самоперестройка — результат жесткого модельного детерминизма. При этом рост формального в данном случае управляющего параметра $\bar{c}_{2u}$ напрямую связан с уменьшением величины раскрытия корпуса $\bar{A}$.

8. Информация из «будущего» диссипативной системы — это, в конечном счете, отрицание возможности существования в «настоящем» монотонных потоковых структур. Как это происходит?

Под действием внешнего организующего фактора возрастающая плотность потоков субстанций в существующих структурах достигает критического значения. С дальнейшим усилением воздействия возникает рассогласование

между требуемым результатом переноса субстанций и реально проходящим на пределе возможного потоком. Допуская некоторую образность выражений, можно уподобить диссипативную систему конструкции «сеть — насос» и говорить о «вакууме будущего» из-за доведенной до предела «сети настоящего». Рассогласование между требуемым и предельно возможным есть один из тех внутренних стимулов сложной нелинейной системы, который ставит вопрос о радикальном изменении характеристики «сети настоящего», т. е. видоизменении самой сети. Он и включает механизм случайных возмущений. Малые возмущения перестают рассасываться, нарастают и переходят в нелинейную стадию развития, полностью деформируя потоковую структуру. На ее месте без какого-либо принуждения самопроизвольно формируется новая «сеть», соответствующая «вакууму будущего» и позволяющая реализовать перенос с большими плотностями.

Факт радикального влияния «будущего» на «настоящее» не является чем-то уникальным. В синергетике формирование ячеек Бенара есть не что иное, как реагирование жидкой среды на «требование» пропустить поток тепла более высокой плотности от горячего источника к холодному. Здесь и свершается «будущее» в рамках заданной системы — диссипация тепловой энергии в холодном источнике.

Движение тела в жидкой среде — один из наиболее ярких примеров гидродинамики. В масштабах движущегося тела жидкость считается сплошной средой (реальная дискретность на микроуровне). Однако в передней критической точке тела сплошность среды нарушается. Завихренные телом слои жидкости разбегаются и растекаются. После отрыва слоев от тела и перехода в свободное состояние из них формируются макроскопические жидкие структуры (вихревые зоны), в которых происходит перенос массы, импульса и энергии, направленный на придание вихревым движениям такого вида, при котором, по возможности, быстрее рассеивались бы квазинарушения сплошности. С возрастанием интенсивности таких нарушений (при больших числах Рейнольдса) движение жидкости за телом принимает автоко-

Компактные установки HERU LP от Ostberg

Установки HERU 90 LP EC AL — самые компактные в линейке HERU. Имея высоту корпуса всего 25 сантиметров, установки могут быть размещены в самых стесненных условиях, без необходимости выделения специального помещения для монтажа. Применение вентиляторов с электронно-коммутируемыми электродвигателями (ЕС-вентиляторы), высокоэффективный роторный регенератор, продуманные алгоритмы управления обеспечивают соответствие установок классу А энергоэффективности, что значительно сокращает общие эксплуатационные расходы на систему вентиляции.

Установка оснащена высокоэффективными фильтрами класса F7 и электрокалорифером.

Прекрасные акустические характеристики установки HERU 90 LP EC AL обеспечивают низкий уровень шума в обслуживаемых помещениях и позволяют применять ее в том числе для вентиляции помещений с повышенными требованиями к уровню шума.

Встроенная система автоматического управления обеспечивает поддержание заданных параметров и контроль работы установок. Во всех моделях предусмотрена возможность управления внешним канальным водяным охладителем или водяным нагревателем. Настройка рабочих параметров и управление осуществляются с помощью беспроводного пульта. Опционально HERU 90 LP EC AL могут быть подключены к системе диспетчеризации по протоколу Modbus.



Получить более подробную информацию вы можете у официального дистрибьютора ЗАО «Арктика»:

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

лебательный характер: образуется шахматная вихревая дорожка Кармана. «Настоящее» частиц жидкости с той или с другой стороны движущегося тела определяется «будущим» в виде периодического воздействия образующихся и отрывающихся вихрей за телом и изменения циркуляции на нем.

Важнейшим аспектом практически всех случаев самоорганизации систем является повышение масштаба кажущейся дискретности среды. Сплошная среда заполняется немонотонными макроструктурами: вихрями Кармана, ячейками Бенара, в турбулентности — каскадом вихрей с убывающим масштабом.

Упорядочение течения в межлопаточных каналах колес барабанного типа демонстрирует такой же эффект повышения уровня дискретности среды. Масштабы геометрические, временные, импульса и кинетической энергии струй, истекающих из межлопаточного пространства, значительно превышают соответствующие аналогии вихревых образований свободного колеса.

9. Поступление информации из будущего включает, в нашем случае, **положительную обратную связь** между структурами в межлопаточных каналах и наружным вихреисточником. Посыл в колесо структурирующей информации приводит к росту порядка (увеличению расхода и угла выхода потока в относительном движении), а это, в свою очередь, способствует дальнейшему формированию вихреисточника и усилению его тангенциального воздействия. Возвращаясь к образным толкованиям, вихреисточник, как инициатор «вакуума будущего», изменяет характеристику «сети настоящего», увеличивая ее пропускную способность. Этим подпитывается интенсивность вихреисточника и неослабевающий «вакуум будущего». Положительная обратная связь помогает совершить эту метаморфозу в ускоренном режиме. Поэтому переход к ограждению типа спирального корпуса практически скачком преобразовывает течение в колесе к виду, обеспечивающему характеристику типа (2) и режим согласованной работы колеса и корпуса в смысле выполнения условий (1) и (4).

10. Рассмотренные здесь аспекты феномена колес барабанного

типа дают ясное понимание невозможности воспроизвести феномен без течения типа вихреисточника, охватывающего снаружи колесо и имеющего тангенциальную скорость, превышающую скорость вращения колеса. Оказалось, что в отсутствие спирального корпуса никакие конструктивные ухищрения не способствуют сколько-нибудь заметному приближению к характеристикам стандартного вентилятора. Размещение колеса с лопатками, загнутыми вперед, в прямоугольном или круглом корпусе (опыты автора) по аналогии с прямоточными радиальными вентиляторами [9] имеет нулевой эффект. Установка в той же конструкции вокруг колеса четырех спиральных лопастей (опыты автора) ничего не добавляет к предыдущему результату. В варианте с вращающимся вместе с колесом радиальным безлопаточным диффузором — продолжением колеса [1] намечается небольшое улучшение характеристики. Однако и этот результат далек от колеса в спиральном корпусе. Возможно, вращение отделенного от колеса диффузора с частотой, большей частоты вращения колеса, могло бы добавить упорядочение течения в колесе и повысить характеристику. Однако конструктивное усложнение варианта не сможет оправдать предполагаемый результат.

ВЫВОДЫ

Феномен радиальных колес барабанного типа, состоящий в разительном отличии характеристик свободного колеса и колеса в спиральном корпусе, имеет прямое отношение к явлениям самоорганизации. Скачкообразная трансформация структуры потока в колесе с таким же скачкообразным ростом характеристик при переносе колеса в спиральный корпус есть результат упорядочения, лишенный прямого принуждения заданной геометрией колеса и действующими силами. Один из главных стимулов — это информация, распространяющаяся вверх по потоку из внешнего к колесу пространства и способствующая поддержанию упорядоченного течения в межлопаточных каналах. Генератором стимулирующей информации является развитое течение

типа вихреисточника, охватывающее снаружи колесо и имеющее тангенциальную скорость, превышающую скорость вращения колеса. Именно по этой причине никакие конфигурации окружающего колеса пространства, не создающие потока, вращающегося быстрее колеса, не могут воспроизвести феномен. В отсутствие спирального корпуса этому могут лишь частично способствовать конструкции типа вращающегося диффузора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соломахова Т. С. Радиальные вентиляторы: Аэродинамика и акустика / Т. С. Соломахова; Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского. — М.: Наука, 2015. — 460 с.
2. Соломахова Т. С. К расчету спирального корпуса центробежного вентилятора // Промышленная аэродинамика. Выпуск 2 (34). 1987. — М.: Оборонгиз, с. 7–85.
3. Марр Ю. Н. О взаимодействии радиального колеса с лопатками, загнутыми вперед, со спиральным корпусом. Инженерные системы. АВОК Северо-Запад. № 3. 2019. С. 10–14.
4. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. — М.: Наука, 1994. — 236 с.
5. Руденко А. П. Самоорганизация и синергетика. АНО «Центр междисциплинарных исследований» (ЦМИ) [Электронный ресурс]. Режим доступа: Сайт С. П. Курдюмова (дата обращения 15.01.2020).
6. Ландау Л. Д., Лифшиц В. М. Гидродинамика. Теоретическая физика. Т. VI. — М.: Наука. 1988. — 736 с.
7. Барабаш В. М., Брагинский Л. Н. Об оценке интенсивности тепло- и массообмена в потоках с искусственной турбулизацией. — ИФЖ, 1981, т. XL, № 1, с. 16–18.
8. Коваленко В. М. О работе спиральных кожухов центробежных вентиляторов // Промышленная аэродинамика. Выпуск № 17. Вентиляторы. — М.: Оборонгиз. 1960.
9. Караджи В. Г., Москвитин Ю. Г. Вентиляционное оборудование. Технические рекомендации для проектировщиков и монтажников. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2010. — 432 с.

27–29
АПРЕЛЯ 2020

**КЛЮЧЕВАЯ
ПЛОЩАДКА
СФЕРЫ ТЭК**



РОССИЙСКИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
РМЭФ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ФОРУМ



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ПАРТНЁР



ПАРТНЁРЫ



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ,
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

ENERGYFORUM.RU
rief@expoforum.ru
+7 (812) 240 40 40, доб.2127

EXPOFORUM

ENERGETIKA-RESTEC.RU
energo@restec.ru
+7 (812) 303 88 68



18+



WOLF ПОДВОДИТ ИТОГИ

Прошлый год закончился для российского подразделения WOLF более чем продуктивно. В 2019 году основной вектор был направлен на территориальное развитие, и компания вполне справилась с этой задачей. По промышленной вентиляции у WOLF Russia важнейшие объекты от Иркутска до Калининграда, по отоплению — мощный проект в Армении, куда идут поставки именно через российское представительство.

Максим Гончаров, генеральный директор ООО «Вольф Энергосберегающие системы», направление HVAC: «Калининград стал для нас знаковым регионом с проектом «Молл Балтии» группы компаний «Гамма Инвест Групп», куда мы поставили порядка 80 вентиляционных климатических установок. Многофункциональный центр «Молл Балтии» — крупнейший торговый объект в Калининградском регионе, общей площадью 55 000 квадратных метров, откроется весной 2020 года. Мы надеемся, что в этом центре благодаря вентиля-

ционным установкам WOLF будет комфортно находиться посетителям многочисленных магазинов, фудкорт и крупнейшего семейного парка развлечений.

WOLF в крупных строительных объектах Центральной России — это уже традиция. Достаточно интересным в этом плане стал новый современный завод компании FUCHS по производству смазочных и сопутствующих материалов в Калужской области. С точки зрения технического решения он необычен тем, что завод имеет два корпуса — произ-



водственный и лабораторный, и для обоих цехов разные требования по климату. Соответственно, на один проект были поставлены и вентиляционные установки со встроенными теплогенераторами в комплекте с газовыми горелками WEISHAUPТ — для производственной части, и установки со специальными требованиями — для химической лаборатории, оснащенной высокотехнологичным оборудованием, осуществляющей сложную систему контроля качества при производстве и эксплуатации продуктов компании.



«Молл Балтии»: погрузка оборудования WOLF



«Фукс Ойл Калуга»



«Фукс Ойл Калуга»: поставка оборудования

Проект в Иркутске — это бассейн в школе. Для WOLF, поставляющей установки для бассейнов далеко не первый год, это достаточно стандартный объект в плане технического решения, необычным для нас является сама школа. «Умная школа» — новейший образовательный проект, инициированный Тиной Канделаки, в котором учатся дети с разными стартовыми возможностями. Образовательная программа этой школы аккумулирует методики инклюзивного образования, социальной адаптации, психолого-педагогического и медицинского сопровождения. Мы рады, что можем пригодиться своим опытом установки климатической техники для бассейнов в гигиеническом исполнении там, где это особенно важно. Спасибо нашим партнерам в Иркутске за такую возможность. За детьми будущее — а WOLF заботится о своем будущем сегодня!»

Эльвира Богданова, генеральный директор ООО «Вольф Энер-

госберегающие системы», направление Heat: «Отопление обычно хвастается реализованными штуками, но и проектные продажи у нас в этом году были внушительные. Один из крупнейших проектов, в котором нам удалось поучаствовать, — реконструкция отеля «Двин» в центре Еревана (Армения) с нашим партнером SanTech. Новый отель будет в два раза больше старого, он будет занимать площадь 78 000 квадратных метров, будет 5-звездочным, с автостоянкой на 400 автомобилей, ресторанами с кухнями мира, пятью бассейнами, ночным клубом и салонами красоты. Своей оснащенностью и новаторством отель будет конкурировать с лучшими отелями мира, и мы гордимся, что WOLF поучаствовал в этом значимом для Армении проекте газовыми конденсационными котлами MGK-2-1000 в количестве десяти штук. При общей мощности котельной в 10 мВт эти котлы имеют небольшой вес и габари-

ты, что позволит реализовать в этом проекте крышную котельную. Это значительно сократит потери тепла, сэкономит место, решит ряд эстетических и юридических моментов и значительно повысит энергоэффективность установок. Оборудование уже поставлено, открытие отеля состоится в 2020 году».

Стоит отметить также, что на недавно прошедшей выставке AquaTherm-2020 WOLF получил почетную награду Международной отраслевой Премии AquaTherm Moscow Awards 2020 в номинации «Энергоэффективность и энергосбережение», выступив с экосистемой WOLF, одновременное использование которой в одном доме приводит к максимальной энергоэффективности, — отопительный газовый конденсационный котел, гелиосистема, бытовая вентиляция и единый модуль управления WOLF. Экспертный совет премии отметил отсутствие другого подобного комплексного продукта на рынке.



«Умная школа», Иркутск



«Двин Армения»: проект

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В 2020 ГОДУ. НОВЫЕ НОРМАТИВНЫЕ АКТЫ И НОВЫЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



ВАЛЕРИЙ СЕМЕНОВИЧ КАЗЕЙКИН

Председатель секции по энергосбережению Экспертного совета по жилищной политике и ЖКХ при Комитете ГД, член рабочей группы по строительству Экспертного совета Правительства РФ. Член Общественного совета при Министерстве строительства и ЖКХ РФ. Первый вице-президент Международной ассоциации фондов жилищного строительства и ипотечного кредитования, кандидат наук. Принимал участие в реализации 5 российских крупномасштабных проектов комплексной энергоэффективной малоэтажной застройки, оборудованных самыми современными инженерными системами, которые стали победителями около 40 международных и национальных премий, в том числе награждены дипломом Премии Правительства РФ в области качества и стали финалистами Премии Правительства РФ в области науки и техники. Получили Гран-при Премии Минстроя РФ, Премия Всероссийского конкурса по экологическому развитию и энергоэффективности Green Awards и впервые за всю историю России награждены Золотым символом премии Всемирной федерации недвижимости FIABCI Prix d'Excellence за первое место в номинации «Сохранение окружающей среды и энергоэффективность».

В. С. Казейкин, председатель секции по энергосбережению Экспертного совета Комитета по жилищной политике и ЖКХ Государственной думы РФ
В. А. Толстолугов, генеральный директор научно-производственной фирмы ООО «ЭкоМИРТ»
В. А. Петров, советник генерального директора АО «НПП «Интеграл»»

Начало 2020 года ознаменовалось тем, что во исполнение пунктов 3 и 5 Плана мероприятий («дорожная карта») по реализации механизма «регуляторной гильотины», утвержденного Правительством Российской Федерации от 29 мая 2019 г. № 4714п-ПЗ6, Минстроем России подготовлены предложения по внесению изменений в нормативные правовые акты, предусматривающие, в том числе, признание с 1 января 2021 года утратившими силу следующих актов в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности:

— Постановление Правительства Российской Федерации от 25 января 2011 г. № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов»;

— Постановление Правительства Российской Федерации от 9 декабря 2013 г. № 1129 «О внесении изменений в требования к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов»;

— Приказ Минстроя России от 17 ноября 2017 г. № 1550/пр «Об утверждении Требований энерге-

тической эффективности зданий, строений, сооружений».

В последнее время широко обсуждается такое понятие как «альтернативная котельная» (далее — «альткотельная»), которая утверждена Постановлением Правительства РФ и представляет новый метод расчета тарифов на тепло, когда цена для потребителей определяется не по методу «затраты плюс», а в рамках свободного ценообразования, ограниченного предельной планкой. Утверждается, что переход на «альткотельную», по мнению теплоснабжающих организаций, позволит модернизировать и улучшить систему теплоснабжения городов. Можно ли говорить о снижении оплат для населения на основании этого утверждения? Вот пример: с 1 января 2020 года при использовании «альткотельной» **рост** по Ульяновску составил 2,6%. И в чем здесь энергоэффективность и энергосбережение?

Одновременно Минстроем России предложено внести изменения в Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», в соответствии с которыми Правительством Российской Федерации должны быть утвержде-



ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ ТОЛСТОГУВ

Кандидат технических наук, доцент, почетный работник ЖКХ РОССИИ, генеральный директор научно-производственной фирмы ООО «ЭкоМИРТ». В 1998 году создал научно-производственную фирму ООО «ЭкоМИРТ» с целью разработки и реализации инновационных технологий в области теплоэнергетики, экологии, промышленного и бытового клининга. Руководил Лабораторией энергосберегающих технологий (ЛЭТ ГАСИС) при Академии ГАСИС (Государственная академия специалистов инвестиционной сферы, г. Москва), где осуществлял разработку с последующей коммерциализацией молекулярного реактора АТМ (патент № 123119 «Устройство для производства тепловой энергии»). В дальнейшем молекулярный реактор был сертифицирован как автономный тепловой пункт АТП-ТермаРОН (ноу-хау, свидетельство № 15-561). Разработал и реализовал экологически безопасный, всесезонный, многофункциональный технологический комплекс RVR-SK/15-30-45-60NM (патент № 92164 «Технологический комплекс для очистки инженерных систем»), обеспечивающий реновацию инженерных систем. Комплекс сертифицирован как многофакторный технологический комплекс «MTK-RVR» (ноу-хау, свидетельство № 15-562).

ны Требования энергетической эффективности в отношении зданий, строений, сооружений. Необходимо отметить, что отмена вышеуказанных Постановлений Правительства и Приказа Минстроя РФ неблагоприятно скажется на проведении мероприятий по повышению энергоэффективности зданий и сооружений, а также на достижении целевых показателей по снижению энергоемкости ВВП России за счет технологического фактора, установленных распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 апреля 2018 г. № 703-р. Именно поэтому профессиональное сообщество во главе с Некоммерческим партнерством «Национальное объединение саморегулируемых организаций в области энергетического обследования» (НОЭ) совместно с Ассоциацией инженеров по вентиляции, отоплению, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД» выступили с обращением о готовности оказать максимальное содействие в подготовке предложений по разработке нового акта Правительства Российской Федерации, устанавливающего Требования энергетической эффективности в отношении зданий, строений и сооружений, взяв при этом за основу положения Постановления № 18 ПП РФ и Приказа № 1550/пр. Минстроя РФ, а также правоприменительную практику указанных актов.

Одновременно с этой инициативой профессиональное сообщество во главе с Ассоциацией «Национальное объединение производителей строительных материалов, изделий и конструкций» (НОПСМ), НОЭ и «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД» обратились в Правительство России с предложением об обязательном включении показателя энергетической эффективности зданий, строений, сооружений в проект Стратегии развития строительной отрасли до 2030 года, подготовленной Минстроем России. Это будет реальным практическим шагом по выполнению ратифицированного в соответствии с Постановлением Правительства от 21 сентября 2019 г. № 1228 Парижского соглашения об ограничении выбросов парниковых газов.

В целях фиксации в реальном времени фактических показателей энергопотребления и надежности систем теплоснабже-

ния Минстрой России совместно с НП «Российское теплоснабжение» с января 2020 года начинают пилотные проекты в городах Оренбургской области и Республике Марий Эл по мониторингу надежности и оценки эффективности функционирования систем теплоснабжения. Мониторинг позволит фиксировать в режиме реального времени фактические показатели энергоэффективности и надежности систем теплоснабжения, анализировать и оценивать системы теплоснабжения поселений и городских округов органами региональной и муниципальной власти. Полученные данные будут использованы для последующего принятия технологически и экономически эффективных инвестиционных решений по модернизации систем теплоснабжения, которые будут разделены на высоконадежные, надежные, мало-надежные и ненадежные.

Основные положения этих новых документов и промежуточные итоги пилотных проектов будут обсуждены 10 марта 2020 года в рамках Международного конгресса «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология» (Москва, ЦВК «Экспофорум», Краснопресненская наб., д. 14) и 29–31 мая 2020 года на VI Всероссийском форуме «Энергоэффективная Россия» на теплотехнике «Санкт-Петербург», (Москва — Тверь — Москва).

На этом же конгрессе и форуме будут представлены высокоэнергоэффективные технологии, позволяющие обеспечить величину коэффициента преобразования электрической энергии в тепловую более единицы. К таким устройствам относятся две большие группы отопительных приборов, Первая группа — это различные типы кавитационных теплогенераторов, вторая — различные тепловые насосы.

Впервые **кавитационный теплогенератор** собрал Джозеф Ранк в 1934 году. В советское время первенство в создании вихревого нагревателя, позволяющего быстро разогревать воду, принадлежало профессору Куйбышевского авиационного института А. П. Меркулову. В дальнейшем к аналогичным исследованиям подключились немецкие, японские и американские ученые (Eugene Love, Water-Fueled Kinetic Furnace Enters the



ВАЛЕРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ПЕТРОВ
 Доктор физико-математических наук, профессор, академик МАИИ, член-корреспондент МАНИ, эксперт «Опоры РОССИИ», советник генерального директора АО «НПП "Интеграл"». Автор более чем 140 статей (10 статей — в профильных журналах за период 2011–2018 гг.), в т. ч. 3 монографий; более чем 40 патентов (8 патентов за период 2013–2017 гг.) на полезные модели и изобретения, а также авторских свидетельств. Научный руководитель инновационного проекта ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» Российской Федерации (2016–2018 гг.) по теме «Запуск линии по производству энергосберегающего комплекса оборудования для учета и управления ресурсопотреблением коммунальных хозяйств». Награжден медалью «За трудовую доблесть» (1975 г.), Бронзовой медалью ВДНХ СССР (1984 г.), Золотой медалью им. академика Шафика Чокина Национальной инженерной академии наук Казахстана (2006 г.).

New Energy e. Infinite Energy, v. 4, issue 19, 1998) которые показали, что коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую в этих устройствах находится в пределах 1,2–3,0 и более единиц, а коэффициент полезного действия по преобразованию электрической энергии в тепловую составляет 0,98. Список наиболее известных инновационных проектов на тему «Гидродинамические теплогенераторы» защищен 40 патентами. Основная задача кавитационного теплогенератора — образование кавитационных пузырьков (кавитонов), от количества и размеров которых зависит интенсивность нагрева воды. В современной практике существует несколько видов таких теплогенераторов, отличающихся принципом выработки пузырьков в жидкости. Наиболее распространенными являются четыре вида.

1. Роторные теплогенераторы — представляют агрегаты, в которых используются центробежные насосы с усовершенствованной конструкцией. В качестве статора здесь применяется насосный корпус, куда устанавливается входная и выходная труба. Главным рабочим элементом в них выступает камера, где размещается подвижный ротор, он работает по принципу колеса. Одной из первых эффективных моделей кавитационных преобразователей был генератор Григгса, в котором использовался дисковый ротор с несквозными отверстиями на поверхности. Число отверстий в установке зависит от используемой роторной частоты вращения. Статор в тепловом генераторе выполнен в виде цилиндра, который запаян с двух концов, где непосредственно вращается ротор. Существующий зазор между статором и ротором равняется примерно 1,5 мм. Отверстия в роторе необходимы для того, чтобы в жидкости, трущейся о поверхность цилиндра, появлялись завихрения с целью создания кавитационных полостей. Нагревание жидкости обеспечивается физико-химическими процессами, происходящими внутри кавитонов. Роторные теплогенераторы выпускаются и поставляются десятками предприятий в России (Москва, Санкт-Петербург, Краснодар, Ростов-на-Дону, Ковров, Тула, Ижевск и др.) — Госкорпорацией «Ростех», НПП «ЭкоЭнергоМаш»,

НПО «Термовихрь», ФГУП «СПЛАВ», ОАО «Зид», компаниями «Экотепло», «Тепло XXI века», «Бюро Инновационных Технологий», «НПО «Климат-Контроль», «Группа ГМС», «СтройМашОпт», «ТТС» и другими. В Республике Беларусь в рамках Государственной научно-технической программы (ГНТП) прошли специальные испытания гидродинамические теплогенераторы «ЮРЛЕ» производства компании «ЮРЛЕ-К» и ОАО «Завод Промбурвод». Эти генераторы, имеющие коэффициент преобразования энергии в пределах 1,2–3, выпускаются также на Украине (Донецк, Харьков, Киев), в Казахстане, Молдове и других государствах.

2. Трубочатые и вихревые теплогенераторы — осуществляют образование кавитационных пузырьков благодаря продольному расположению камер с высоким и низким давлением и трубок. Подача воды на рабочий орган осуществляется гидродинамическим насосом, который создает механическое усилие жидкости в трубах, сужающихся по длине, или за счет установки нескольких сопел Лаваля. В сопле давление жидкости значительно возрастает, а при ее переходе в более широкую полость давление значительно снижается, и начинается образование кавитационных пузырьков. Благодаря физико-химическим процессам, проходящим внутри пузырьков, выделяется тепловая энергия. Производство указанных теплогенераторов осуществляют российские НПП «Альтернативные технологии энергетики и коммуникации», ООО «Нотека-С», НПП «Ангстрем», ООО УК «ОРБИ», ОАО «Завод КОММАШ», компания ООО «ЮСМАР» (Молдова) и другие. За прошедшие 20 лет изобретателями вихревых теплогенераторов получено порядка 50 патентов.

3. Ультразвуковые теплогенераторы — неоднородность жидкости с образованием кавитонов в таких теплогенераторах создается за счет звуковых колебаний низкой частоты. Впервые этот процесс описали в 1934 году немецкие ученые Н. Френцель и Х. Шульцес. Они обнаружили, что звуковые волны вызывают образование, расширение и сжатие газовых пузырьков, а размеры пузырьков меняются от нескольких десятков до нескольких микрон. В результате содержащийся в пузырьках газ приобрета-

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ



КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ BOILERS AND BURNERS

6-9 октября 2020
Санкт-Петербург

X Международный конгресс



**Энергосбережение и
энергоэффективность –
динамика развития**

ОРГАНИЗАТОР: **FarEXPO**
ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНАЯ КОМПАНЬЯ С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ



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

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:





Общий вид АТП-ТермаРОН

ет высокую температуру. Данные типы устройств имеют камеру-резонатор, настроенную на определенную частоту звуковых колебаний. Вибрация пластины создает волновой эффект внутри жидкости, который достигает стенок камеры-резонатора и отражается. При возвратном движении волны встречаются с прямыми колебаниями и создают гидродинамическую кавитацию с образованием тепла.

4. Молекулярный теплогенератор АТП-ТермаРОН — на этом устройстве, разработанном компанией ООО «ЭкоМИРТ», необходимо остановиться особо, поскольку он, как и вышеперечисленные теплогенераторы, полностью экологичен и не выделяет в окружающую среду никаких вредных веществ во время работы, но обладает более высоким коэффициентом преобразования электрической энергии в тепловую, имеет небольшие габариты и поэтому может применяться для обогрева как небольших помещений (до 60 м³), так и крупных потребителей и, что самое главное, работает бесшумно и может устанавливаться в эксплуатируемом помещении.

Первые исследования и разработка высокоэнергоэффективного автономного теплового пункта началась в 2002 году. Первый образец молекулярного реактора был смонтирован и испытан 2008 году в Институте строительства и жилищно-коммунального хозяйства ГАСИС Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» в рамках Лаборатории энергосберегающих технологий. При его эксплуатации было отмечено, что при воздействии электрического тока на воду

были зафиксированы положительные результаты и на 1 кВт затраченной электрической энергии было получено 1,5–2,0 кВт тепловой энергии. В 2009–2012 гг. в рамках технопарка Академии ВЭГУ (г. Сочи) было разработано следующее поколение однофазных, двухфазных и трехфазных молекулярных теплогенераторов с включением в процесс теплогенерации новых факторов, а именно: электролиза, кавитации, резонанса и синергии указанных процессов. При этом были зафиксированы новые положительные результаты по генерации тепловой энергии, и на 1 кВт затраченной электрической энергии было получено уже 2,5–3,0 кВт тепловой энергии. 15 июня 2012 года был зарегистрирован патент на полезную модель РФ № 123119 «Устройство для производства тепловой энергии», в которой нагрев текучей среды обеспечивался объемными волновыми отражателями (резонаторами) параболического типа, установленными внутри корпуса теплогенератора и связанными со средствами настройки их колебаний, отлича-

ющиеся тем, что в трубопровод подачи теплоносителя в теплогенератор введен ускоритель-активатор в форме сопла Лавала, который не имеет механических движущих частей, при этом между упомянутым ускорителем-активатором и входным патрубком корпуса теплогенератора смонтирован тангенциальный завихритель. Значительное повышение степени активации теплоносителя в корпусе теплогенератора достигнуто в результате совместного воздействия на него специально сконфигурированного матричного магнитного поля, организованного с использованием секционированных сверхсильных магнитов NeFeB и кавитатора. В работе молекулярного котла АТП-ТермаРОН электричество выполняет лишь функцию катализатора процессов, реализуемых внутри котла. В 2012 году были изготовлены, смонтированы и налажены 3-фазные комплексы АТМ-СОЧИ (прототип АТП-ТермаРОН) на многоквартирных многоэтажных домах в г. Адлер, ул. Ленина, д. 146 (6 этажей), и МКД г. Адлер, ул. Каспийская, д. 40 (5 этажей). В течение 2015–2018 гг. фирмой ООО «ЭкоМИРТ» было осуществлено создание технологического испытательного стенда на объекте по адресу: г. Москва, ш. Энтузиастов, д. 10/2.

В июле 2015 года фирмой ООО «ЭкоМИРТ» было получено свидетельство № 15-561 на результат интеллектуальной деятельности — секрет производства (ноу-хау) — автономный тепловой пункт модульного типа АТП-ТермаРОН, охраняемый в режиме коммерческой тайны.

Выполнено полное конструктивное переформатирование молекулярных тепловых генераторов АТП-ТермаРОН применительно к



Технологический испытательный стенд на объекте по адресу:
г. Москва, ш. Энтузиастов, д. 10/2



Автономный тепловой пункт модульного типа АТП-ТермаРОН

условиям потребительского рынка. Была разработана линейка однофазных, двухфазных и трехфазных молекулярных теплогенераторов тепловой мощностью от 3 до 60 кВт. Испытания нового поколения АТП-ТермаРОН на технологическом испытательном стенде показали, что за период работы с 24 марта по 6 апреля 2017 года (250 часов работы с учетом технологического перерыва на выходные дни) АТП-МиниТермаРОН потребил 282 кВт/ч электрической энергии, при этом объем генерации тепловой энергии составил 872 кВт/ч. Таким образом, коэффициент генерации тепловой энергии за наблюдаемый период составил $872/282 = 3,09$.

В 2018 году фирмой ООО «ЭкоМИРТ» была разработана и успешно реализована **система воздушного отопления** объектов гражданского и промышленного назначения АТП-ТермаРОН/В. Объект находится в торговом центре по адресу: г. Москва, ул. Дружниковская, д. 11А, 2 этажа, площадь отапливаемых помещений 540 м². АТП-ТермаРОН/В обеспечивает объект теплом без водяных труб и батарей отопления, приносит прохладу в помещения без комнатных сплит-систем, обеспечивает приток свежего воздуха без форточек.

В 2018–2019 гг. фирмой ООО «ЭкоМИРТ» была разработана и подготовлена к промышленным испытаниям гибридная система отопления и горячего водоснабжения объектов АТП-ТермаРОН/ГС, сочетающая базовый модуль АТП-ТермаРОН с гелиосистемой, преобразующей энергию солнца в тепло.

Гелиосистема для отопления — это не автономная система, а дополнение к существующей, основной. Система отопления должна на 100% перекрывать потребности в тепловой мощности без использования солнечной энергии. То есть солнечные коллекторы можно рассматривать как дополнительный

источник нагрева, как дополнительный котел в системе отопления, который работает в солнечную погоду.

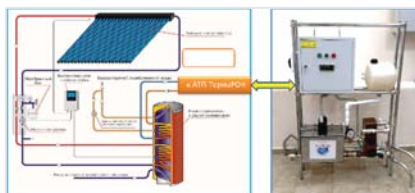
В настоящее время АТП-ТермаРОН полностью соответствует требованиям Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» и относится к высокому классу энергоэффективности «А». АТП-ТермаРОН изготавливается в соответствии с ТУ 485972-002-18522064-2017 и требованиями ГОСТ 2.601-2013, отвечает требованиям пожарной безопасности, установленным в Законе РФ № 123-ФЗ и Приказе МЧС РФ № 91. При работе АТП-ТермаРОН полностью отсутствуют выбросы в атмосферу от продуктов сгорания, не возникает ни одного вида негативных излучений — микроволнового, радиационного, полевого. АТП-ТермаРОН отвечает требованиям СанПин 2.1.4.2496-09 в части Гигиенических требований к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения, обеспечения эпидемиологической безопасности, безвредности химического состава, а также благоприятных органолептических свойств горячей воды, используемой для хозяйственно-бытовых нужд. АТП-ТермаРОН является надежным, высокоэффективным, экологически безопасным источником тепловой энергии и горячей воды для целей отопления и горячего водоснабжения, работающим с высоким уровнем автоматизации в дискретном режиме.

Эти характеристики АТП-ТермаРОН позволили обеспечить его успешное применение для отопления индивидуальных и многоэтажных домов, таунхаусов, школ,

детских садов, офисов, гостиниц, торговых центров, производственных и иных помещений по всей территории России от Калининграда до Якутии. Величина коэффициента преобразования электрической энергии в тепловую колеблется на разных объектах в диапазоне от 2,3 до 4,6 единицы, что в среднем составляет 3,45, а коэффициент полезного действия самой установки по использованию электрической энергии составляет 0,98. Поэтому с термодинамической точки зрения более правильно в данном случае использовать термин «коэффициент преобразования энергии» вместо КПД установки. Именно этот коэффициент преобразования энергии используется для оценки эффективности тепловых насосов. Он трактуется как отношение теплопроизводительности теплового насоса к его энергозатратам, которое зависит от разницы температур в испарителе и конденсаторе и находится в различных конструкциях в интервале от 2,5 до 3 и даже выше, т. е. на 1 Вт затраченной электроэнергии тепловой насос производит от 2,5 до 3 Вт тепловой. Такой высокий коэффициент преобразования энергии ни у кого не вызывает сомнений, поскольку дополнительная энергия в тепловых насосах образуется из низкопотенциального тепла земли, воды или воздуха. Откуда же берется дополнительная тепловая энергия в кавитационных теплогенераторах? Тем более что они серийно производятся во многих странах (Германия, Япония, США, Россия, Беларусь, Казахстан, Молдова и другие), сотнями различных компаний, имеют различный механизм действия (роторные, трубчатые, вихревые, уль-



Система воздушного отопления АТП-ТермаРОН/В



Гибридная система отопления и горячего водоснабжения объектов АТП-ТермаРОН/ГС

тразвуковые и молекулярные), но всех их объединяет процесс кавитации воды и дополнительное выделение от 1,5 до 3 и более кВт тепловой энергии.

Учитывая, что этот вопрос служит поводом постоянной дискуссии, в данной статье впервые дается описание внутренних процессов, происходящих при воздействии на воду электрического тока внутри АТП-ТермаРОН. К этим процессам относятся ставшие уже классическими и полностью соответствующими законам термодинамики электролиз, кавитация, резонанс и синергия указанных процессов. Рассмотрим последовательно каждый из вышеуказанных процессов.

Электролиз. Еще в 1777 году Антуан Лавуазье на заседании французской Академии наук доказал, что вода состоит из водорода и кислорода. Сложность состояла в том, что воду до того считали не соединением, а элементом. Даже в нормальных условиях часть молекул воды постоянно диссоциирует на ионы, то есть одна молекула теряет протон, а другая присоединяет его, в результате чего получаются соединения OH^- и H_3O^+ соответственно. Интенсивность разложения воды существенно возрастает при воздействии на нее электрического тока. Впервые процесс электролиза — разложения воды при пропускании через нее электрического тока с образованием микропузырьков, содержащих молекулярный водород и кислород, описал в 1834 году Майкл Фарадей. Возникающие при гидролизе радикалы ($\cdot\text{H}$, $\cdot\text{OH}$, $\cdot\text{HO}_2$) и молекулярные ионы (H_2O , $\cdot\text{H}_2\text{O}$) способны вызывать различные химические превращения молекул воды с выделением дополнительной энергии. Источниками этой энергии служат две равноценные связи O-H в молекуле воды. При последовательном их разрыве энергия первой разрываемой из них составляет 116 ккал, второй —

104 ккал. В расчетах принято брать среднее значение 110 ккал. Следует отметить, что особенностью работы АТП-ТермаРОН является точечный гидролиз воды, локализованный в зоне образования и роста кавитационных пузырьков. Образующихся при этом радикалов и молекулярных ионов достаточно для того, чтобы проникнуть в каждый кавитационный пузырек и вступить в реакцию с молекулой воды и газами.

Кавитация (от лат. *cavitas* — пустота) — физический процесс образования и последующего схлопывания в жидкости пузырьков, заполненных паром или газом. Термин был введен 1894 году британским инженером Р. Фрудом. Вода в природе не является однородной и чистой средой, в 1 л воды при температуре 20 °С растворяется приблизительно 665 мл углекислого газа. В результате возникающих в АТП-ТермаРОН волново-резонансных процессов, вызванных действием знакопеременного электромагнитного поля с частотой 50 Гц в воде, возникают волны разряжения и сжатия. В фазе разряжения давление в жидкости падает, газы, растворенные в ней, и пар данной жидкости вскипают. Образуются микропузырьки размером 1–3 мкм (кавитоны). Чтобы в жидкости образовались микрополости разряжения, необходимо раздвинуть ее соседние молекулы на расстояние не менее удвоенной длины промежутка между ними. Далее сила атмосферного давления и давления разряжения в кавитационном пузыре уравниваются. Эта фаза называется точкой равновесия, ее продолжительность исчисляется миллисекундами. Затем в фазе сжатия под действием повышенного давления и сил поверхностного натяжения давление внутри пузырьков начинает превышать равновесные значения, и происходит интенсивное схлопывание образовавшихся полостей. В развитой кавитационной области количество кавитационных пузырьков превышает количество зародышей примерно в тысячу раз. Это объясняется тем, что процесс возникновения кавитационных пузырьков является цепной реакцией. В момент схлопывания давление и температура газа достигают значительных величин (по данным научных исследований, до 100 МПа и 1000 °С). Подробное математи-

ческое описание процесса образования, развития и схлопывания кавитационных пузырьков дано в статье («Кавитация». Промтов М. А., доктор технических наук, профессор заведующий кафедрой «Машины и аппараты химических производств» Тамбовского государственного технического университета, <http://assets.utinlab.ru/uploads/ru/articles/Kavitac.pdf>.

Синергия процессов электролиза, кавитации и резонанса заключается в том, что в АТП-ТермаРОН в результате волново-резонансных, молекулярно-кластерных и ионизационных процессов в образующуюся кавитационную полость диффундируют не только пары воды и растворенных в ней газов, но и возникающие при гидролизе чрезвычайно химически активные радикалы и молекулярные ионы, способные вызывать различные химические превращения молекул воды путем передачи ей энергии электронного возбуждения с образованием перекиси водорода, озона и других соединений. Подтверждением этому служат проведенные в 2019 году исследования химиков из США и Южной Кореи под руководством Ричарда Заре (Richard Zare) из Стэнфордского университета, опубликованные в *Proceedings of the National Academy of Sciences Production of hydrogen peroxide enabled by microdroplets* — Sep 24, 2019 (<https://www.pnas.org/content/116/39/19294>), которые обнаружили, что перекись водорода H_2O_2 без дополнительных физических воздействий, при нормальном атмосферном давлении, может самопроизвольно образовываться на пленочной поверхности небольших водяных капель размером от 1 до 20 микрон (эквивалентно диаметру кавитонной), что противоречит распространённому мнению о стабильности и химической инертности воды. Более того, концентрация перекиси возрастала с уменьшением диаметра капель. По мнению авторов, данное исследование может лечь в основу новых знаний относительно химического и физического состава воды, а также новых способов получения перекиси водорода и энергии в результате ее распада. Учитывая, что при кавитации образуются миллионы микропузырьков, то площадь их активной поверхности, на которой

ИнтерСтройЭкспо

Международная выставка
строительных и отделочных
материалов

14|15|16
АПРЕЛЯ
2020

Санкт-Петербург
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

Одновременно состоится
международные выставки:



Международная
Выставочная
Компания

Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге

+7 (812) 380 60 14
interstroyexpo@mvk.ru

Получите бесплатный
электронный билет на сайте
interstroyexpo.com,
используя промокод **asn22**

12+

происходит образование молекул перекиси водорода, озона и других соединений, может достигать значительных величин. Интенсивность этих реакций по образованию перекиси водорода в воде может существенно возрастать при использовании электричества. Окислительные свойства перекиси водорода, впервые полученной французским химиком Луи Жаком Тенаром в 1818 году, основаны на сравнительно легком отщеплении одного из атомов кислорода. Перекись водорода — сильный окислитель, склонный к самопроизвольному разложению на воду и кислород с выделением значительного количества тепла. Скорость разложения перекиси водорода возрастает с увеличением концентрации. В общем виде формула экзотермической реакции разложения перекиси водорода выглядит следующим образом: $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 23 \text{ ккал}$. Следует отметить, что с повышением концентрации перекиси водорода температура воды может достигать более значительных величин. Выделение тепла при распаде перекиси водорода подробно исследовал в 1933 году немецкий инженер Гельмут Вальтер. Он установил, что при распаде перекиси водорода концентрацией 75% выделяющегося тепла достаточно для превращения всей образующейся воды в перегретый пар. При разложении всего одного килограмма 90%-ной перекиси водорода выделяется 1700 литров пара, нагретого до 740 °С. При разложении одного кубического сантиметра 100%-ной жидкой перекиси водорода на кислород и воду происходит значительное саморазогревание, вся вода переходит в парообразное состояние, а полученная смесь газообразных кислородных и водяных молекул достигает температуры 950°, образующийся при этом пар может вращать турбины. Это свойство перекиси водорода активно использовалось в жидкостных реактивных двигателях в ракетах «Фау-1» и «Фау-2», а затем в двигателях американских ракет «Редстоун», «Викинг», «Юпитер» и других. («Катализ и ингибирование химических реакций». Под редакцией доктора химических наук профессора А. М. Рубинштейна; Москва, Мир, 1966. 507 с.).

Вторым веществом, дающим тепло при распаде в кавитационном пузырьке, является озон.

Растворимость озона в воде значительно больше, чем растворимость кислорода — 100 объемов воды при 0° растворяют 49 объемов озона. При обыкновенной температуре озон довольно устойчив, но при нагревании легко разлагается, снова превращаясь в кислород. Распад озона является также экзотермической реакцией, сопровождающейся выделением тепла, из каждых двух молекул озона получаются три молекулы кислорода: $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2 + 68 \text{ ккал}$.

В связи с этим становится не удивительным процесс нагревания воды при электролизе, кавитации и резонансе, а также при их синергетическом взаимодействии в молекулярном АТП-ТермаРОН. В этом процессе электричество выполняет лишь функцию катализатора и ретранслятора процессов, реализуемых внутри котла. Под воздействием электрического тока возникает локальный гидролиз воды с образованием радикалов (-Н, -ОН, -НО₃) и молекулярных ионов (Н₃О, -Н₃О). Параллельно в результате кавитации образуются, развиваются и затем схлопываются в воде миллионы микропузырьков размером 1–3 мкм (кавитонов), заполненных паром или газом и имеющих значительную поверхностно активную площадь. Вода в АТП-ТермаРОН при этом меняет цвет и из прозрачной превращается в белую или темно-бурую в зависимости от состава содержащихся в растворе солей. В результате синергетического эффекта радикалы и молекулярные ионы, имеющие высокую химическую активность, также проникают в кавитоны и вызывают превращение молекул воды в перекись водорода, озон и другие соединения. При схлопывании кавитонов происходит экзотермический распад перекиси водорода $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 23 \text{ ккал}$ и озона $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2 + 68 \text{ ккал}$ с выделением дополнительной тепловой энергии. В результате в молекулярном АТП-ТермаРОН постепенно повышается температура воды до заданных автоматикой значений, равных 60–70 градусам. Этого достаточно для отопления и горячего водоснабжения зданий через теплообменники. Следует отметить, что синергетический эффект продолжает действовать и после отключения молекулярного реактора от электрической сети, в результате чего температура воды еще

некоторое время продолжает увеличиваться.

В целом синергетический эффект обеспечивает доказанный на практике коэффициент использования электрической энергии (генерации тепловой энергии) в разных природно-климатических условиях на различных проектах в диапазоне от 2,3 до 4,6 единицы, что в среднем составляет 3,45. При этом коэффициент полезного действия по преобразованию электрической энергии в тепловую составляет 0,98. Все физико-химические процессы в АТП-ТермаРОН протекают при давлении не более чем одна атмосфера.

В настоящее время совместно с ГБУВО МО «Университетом Дубна» ведется детальное исследование вышеописанных процессов в рамках лаборатории инновационных технологий в области автономной теплоэнергетики и ресурсосберегающих технологий. В состав этой лаборатории входит и не имеющий аналогов в мире тепловой пункт ТермаРОН. За создание этой лаборатории и раскрытие принципов получения дополнительной энергии от гидролиза и кавитации воды ГБУВО МО «Университет Дубна» и ООО «ЭкоМИРТ» в декабре 2019 года награждены почетными дипломами Международной премии «Малая энергетика — большие достижения». В связи с вышеизложенным приглашаем к сотрудничеству заинтересованных специалистов в АТП-ТермаРОН для различных объектов жилой, социальной, общественной, коммерческой и других сфер деятельности, а также к проведению совместных испытаний АТП-ТермаРОН в различных условиях его применения.

В завершение обсуждения актуальных вопросов энергосбережения и энергоэффективности с точки зрения восприятия для населения считаем, что описанная система АТП-ТермаРОН является альтернативной комплексной системой автономного отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования, которая действительно будет поддержана населением, поскольку на стадии эксплуатации уже сейчас наблюдается двух- трехкратное снижение платежей за тепло и ГВС, а также полностью исключены аварийные ситуации на изношенных тепловых сетях.

ПЕРЕМЕНЫ НАЧИНАЮТСЯ ЗДЕСЬ

Подробнее на сайте
www.danfoss.ru

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

ОПТИМИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

НОВОЕ СЛОВО В ПРОЕКТИРОВАНИИ
И МОНТАЖЕ СИСТЕМ ТЕПЛО- И
ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

Дмитрий Школьников, журналист

Монтаж инженерных коммуникаций, в том числе систем тепло-, холодо- и водоснабжения, — один из наиболее сложных этапов капитального строительства. Как показывает практика, до завершения работ «доживает» менее 50% подрядчиков. За этими цифрами — целый комплекс проблем, обусловленных как ошибками в планировании, так и низким качеством проектирования и монтажа инженерных систем.

Часто можно видеть, как проект теплового пункта или холодильного центра выполняет одна компания, его монтаж начинается другая, а заканчивает третья. Порой эта цепочка еще длиннее. Результат — срыв сроков сдачи объекта, работа подрядчика «в ноль» или «в минус», хозяйственные споры с заказчиком и масса проблем при последующей эксплуатации. Может показаться, что от самих подрядчиков здесь зависит немного, ведь они являются заложниками ситуации и мало на что могут повлиять. Однако опыт компании «ОМП-Инжиниринг» показывает, что разо-

рвать порочный круг можно, но для этого необходимо полностью переосмыслить подходы к проектированию и монтажу.

Факторы риска при организации работ

Проблемы, которые ведут к срыву сроков и снижению рентабельности подрядных работ, возникают не одновременно: они накапливаются в течение всего периода реализации проекта. В их числе следует выделить наиболее существенные:

— **Низкое качество проектирования и некомплектность рабочей документации.** Прежде всего это отсутствие монтажного проекта. Нередко проектирование осуществляется без должного учета

особенностей конфигурации инженерных помещений, удобства монтажа и последующей эксплуатации оборудования. Точность позиционирования элементов системы также часто оставляет желать лучшего, а 3D-модель если и присутствует, то является схематичной. Зачастую весь проект или отдельные элементы системы приходится «подгонять» уже по месту, причем делает это прораб монтажной бригады. В результате сроки монтажа увеличиваются, а его качество снижается.

— **Задержки предоставления строительной готовности** под монтаж. При традиционном подходе к организации работ подрядчик не может повлиять на этот фактор и вынужден ждать. Ожидание часто сопряжено с простоем и ведет к росту производственных затрат. При этом, несмотря на простои по вине смежников, заказчик нередко требует завершить монтаж вовремя. Например, если необходимо сдать объект к определенной дате (чемпионат по футболу, визит официального лица, начало учебного года и т. п.) или к началу отопительного сезона.

— **Задержка поставок оборудования** (насосы, теплообменники и пр.), в том числе в результате финансовых трудностей у заказчика. В подобной ситуации монтажные работы могут быть приостановлены на неопределенный срок с теми же последствиями, что и в случае задержки стройготовности.

— **Низкое качество планирования** сроков производства мон-

Справка о компании

«ОМП-Инжиниринг» — российская компания, специализирующаяся в области проектирования, производства и монтажа тепловых пунктов, холодильных центров и насосных станций высокой степени заводской готовности. В числе реализованных проектов — Политехнический музей, Центр художественной гимнастики Ирины Винер-Усмановой и Ледовый дворец «Кристалл» в Лужниках, ВТБ Арена стадион «ДИНАМО», московский стадион ЦСКА, ЖК «Лайнер» на Ходынке и др.

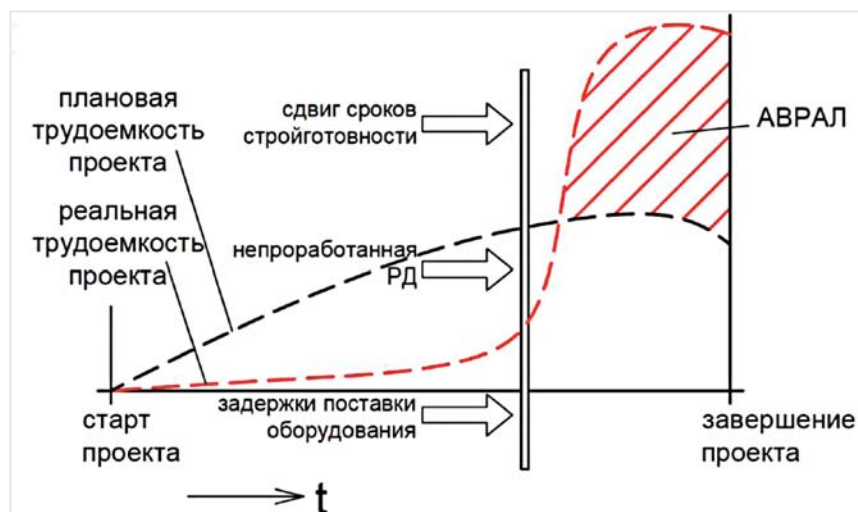
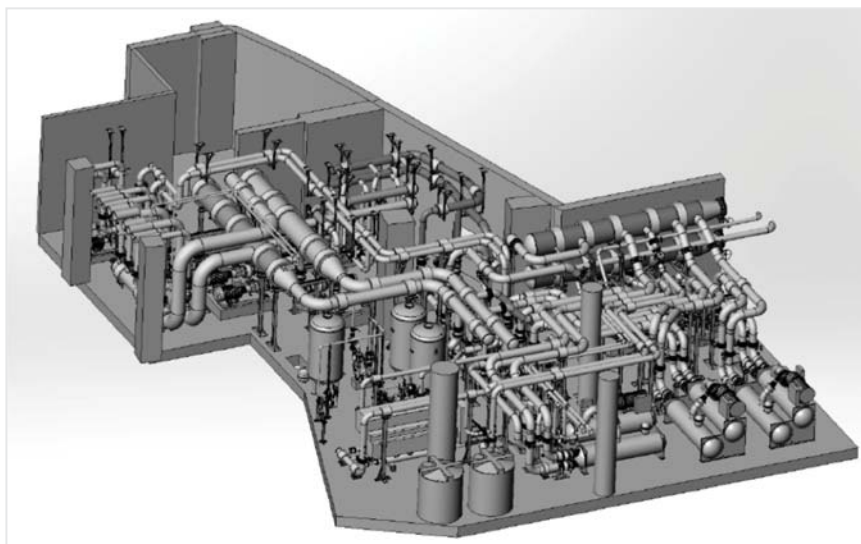


График изменения трудоемкости во времени при традиционном способе организации монтажных работ



тажных работ, отсутствие нормирования.

Сумма перечисленных проблем становится причиной резкого увеличения трудоемкости проекта на завершающем этапе его реализации. На площадке возникают «авралы», которые либо ведут к срыву установленных сроков, либо преодолеваются путем различных нарушений технологии и регламентов производства работ, в ущерб их качеству.



Алексей Панафидин, исполнительный директор «ОМП-Инжиниринг»:

В своей практике мы пересмотрели организацию проектных работ, отказались от применения традиционных для отечественных проектировщиков программных средств и перешли к конструированию с использованием системы машинирования SOLID WORKS. Важно, что в нашем случае этим занимается инженер-конструктор, а не прораб «на коленке». При этом, конечно, учитываются не только технические требования к системе, но и особенности ее пространственной 3D-компоновки для обеспечения эффективности, удобства монтажа и эксплуатации в условиях конкретного объекта.

Современный подход к проектированию

Качество проектирования — необходимое условие успешной и своевременной реализации проекта. Здесь хороший пример подают европейские компании, которые зачастую тратят на проработку проекта и рабочей документации куда больше времени, чем на строительство.

Такой подход не просто обеспечивает значительно более высокую степень детализации и точности (до миллиметров), но и позволяет получить из 3D-модели чертежи отдельных деталей и узлов, которые необходимы для их производства в заводских условиях. Кроме того, рабочая документация в обязательном порядке содержит сборочные схемы и монтажный проект, включающий все необходимые металло-



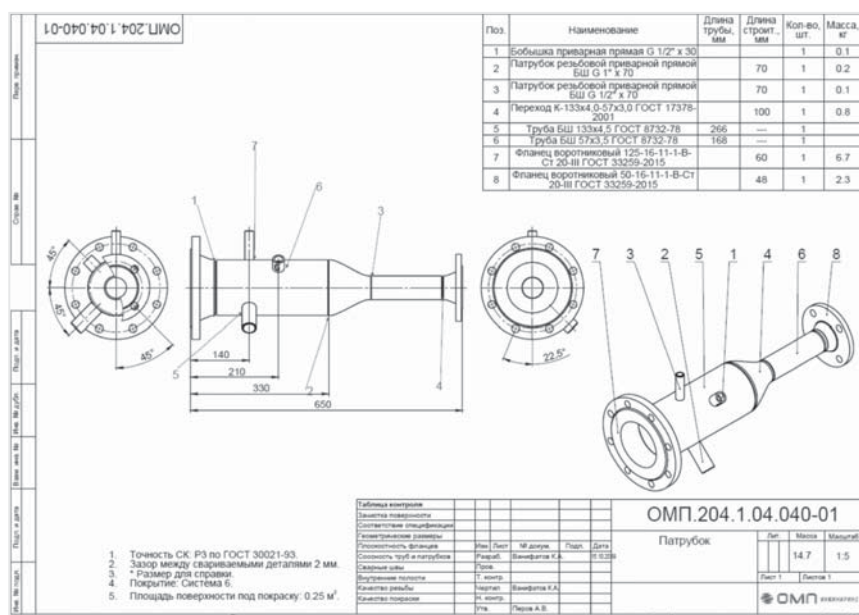
Алексей Панафидин:

«Фактически монтажные работы начинаются сразу после утверждения проектной документации, независимо от того, на какой стадии строительства находится сам объект. В период ожидания поставки оборудования и стройготовности площадки работа идет в цеху. За счет распараллеливания процессов риски срыва сроков реализации проекта существенно снижаются».

конструкции, опоры, монтажные инструкции и пр. и обеспечивающий 100%-ную собираемость системы на объекте.

Оптимизация монтажных процессов

Высокое качество проектирования и проработки рабочей документации позволяет не просто сократить время и повысить качество монтажа, но и перенести значительную часть операций с объекта в производственный цех. Благодаря этому сегодня большую часть сборочно-сварочных операций (в частности, трубное производство и практически весь объем сварочных работ в диапазоне диаметров до 600 мм) «ОМП-Инжиниринг» выполняет не на строй-



площадке, а на собственном производстве.

Сейчас на производстве компании в подмосковной Ивантеевке используется промышленное оборудование ведущих мировых производителей: системы плазменной резки труб, сварочное оборудование и монтажные столы, трубогибочные станки, покрасочно-сушильные камеры и пр. На очереди — роботизация сварочного производства. Есть и собственные разработки, например, универсальная оснастка и фланцевые кондукторы, которые позволяют унифицировать все процессы технологического цикла компании. Благодаря этому изготовление любых элементов сводится к стандартизированному набору операций, выполняемых в соответствии с технологи-

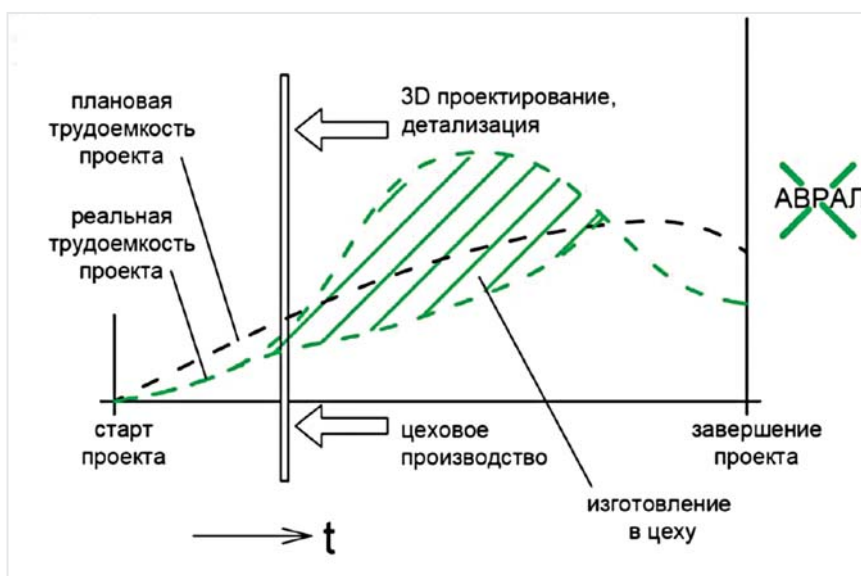


График изменения трудоемкости во времени при использовании технологии оптимизации монтажных процессов

ческой картой и нормированных по времени. Такой подход позволяет гарантировать высокое качество отдельных узлов, собираемость конструкции и своевременное завершение работ.

Готовые элементы трубопроводов и сварные соединения проходят ВИК-контроль (его осуществляют аттестованные НАКС технологи)

и промежуточные гидравлические испытания на опрессовочном стенде собственной разработки компании. Еще раз холодильный центр или тепловой пункт, как и положено, будет опрессован уже в сборе, на объекте. Кроме того, производится выборочный УЗК- либо рентген-контроль отдельных узлов в аттестованной лаборатории.

Алексей Панафидин:

«На сегодняшний день степень заводской готовности наших решений составляет 60–80%. После завершения роботизации сварочных операций этот показатель станет еще выше. На объекте остается выполнить минимум работ, фактически — собрать по инструкции конструктор из готовых элементов. Отсутствие сложного монтажа и сварки позволяет сделать это за минимальное время. Поэтому проблемы сроков у нас нет. Даже если поставки элементов системы от других производителей задерживаются, благодаря высокой точности производства мы можем использовать вместо них временные макеты и не допускаем простоев».

Эффективность и контроль

Как показала практика, помимо технологических преимуществ оптимизация монтажных процессов приносит и экономическую выгоду.

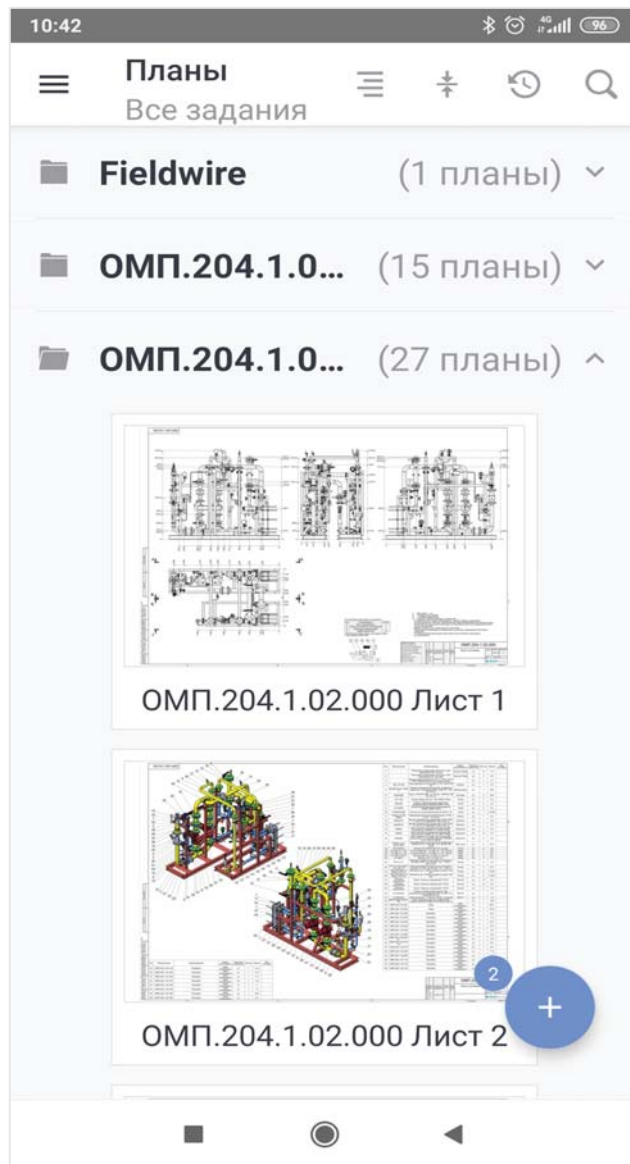


дуги существенного снижения уровня рисков.

При этом заказчик имеет возможность контролировать процесс с момента начала проектирования. Действующая на предприятии система оперативного календарного планирования на

базе облачного решения Fieldwire протоколирует результаты работы на каждом этапе производства и позволяет дистанционно контролировать реализацию проекта, вносить замечания и устранять недочеты в режиме реального времени.

В условиях кризиса строительной отрасли и растущего дефицита оборотных средств оптимизация монтажных процессов становится одним из факторов снижения рисков при одновременном повышении качества и сокращении сроков выполнения монтажных работ.



ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА ВЛАГОЗАЩИТЫ СТЕН

С. В. Корниенко, и. о. завкафедрой «Архитектура зданий и сооружений», профессор кафедры «Урбанистика и теория архитектуры» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»



СЕРГЕЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ КОРНИЕНКО
Российский ученый, доктор технических наук, педагог, инженер-архитектор.

Основные направления научной деятельности — теория и методы расчета температурно-влажностного режима ограждающих конструкций, научные основы повышения энергоэффективности зданий, разработка нормативных документов.

Является научным руководителем подготовки магистров по направлению «Энергоэффективное градостроительное проектирование». Подготовил свыше 15 лауреатов и дипломантов международных и всероссийских конкурсов в области архитектуры и строительных наук. Автор более чем 170 научных и учебно-методических работ.

Аннотация. Показано, что совершенствование методов расчета влажностного режима ограждающих конструкций открывает широкие возможности создания энергоэффективных, экологически безопасных и экономичных наружных ограждений, формирующих комфортную среду в помещениях зданий. Выполнен экспресс-анализ влагозащитных свойств многослойной стеновой конструкции с лицевым кирпичным слоем для влажной климатической зоны. Расчет произведен для двух вариантов конструктивного исполнения ограждения: с неветилируемой и вентилируемой воздушной прослойкой. Анализ годового баланса влаги показывает, что систематического влагонакопления в конструкции с неветилируемой воздушной прослойкой в течение года не происходит, однако в период влагонакопления отмечается прирост влаги в конструкции. Устройство вентилируемой воздушной прослойки полностью исключает влагонакопление, что позволяет улучшить влажностный режим наружной стены.

Ключевые слова: здание, ограждающая конструкция, влагонакопление, влагозащита, комфорт, энергосбережение.

Защита от влаги — актуальная проблема строительства и архитектуры [1–5]. Переувлажнение строительных ограждающих конструкций приводит к ухудшению их эксплуатационных свойств. Прежде всего снижаются теплозащитные свойства, что объясняется ростом теплопроводности строительных материалов с увеличением влажности. Накопление влаги на внутренней поверхности теплозащитной оболочки здания приводит к ухудшению микроклимата в помещениях, что связано с ростом плесневых грибов, являющихся источником аллергических заболеваний. Кроме того, влажные строительные материалы в составе ограждающей конструкции быстро разрушаются от коррозии, недостаточной морозостойкости и влажностойкости, биологических процессов, тем самым снижая долговечность конструкций. Поэтому при проектировании зданий необходимо предусматривать мероприятия и разрабатывать конструктивные решения, предотвращающие чрезмерное увеличение влажности [6–10].

Различают следующие виды влаги в ограждающих конструкциях: строительную, грунтовую, метеорологическую (атмосферную), эксплуатационную, гигроскопическую (сорбционную) и конденсационную (рис. 1). Наибольшую опасность для ограждающих конструкций в процессе их эксплуатации представляет конденсационное увлажнение. Оно возникает при термической конденсации водяного пара на внутренней поверхности или в толще конструкции.

Требования по защите от переувлажнения ограждающих конструкций содержатся в СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Оценка влагозащитных свойств конструкции производят по предельно допустимому состоянию увлажнения на основе определения плоскости максимального увлажнения, относительно которой, используя уравнения баланса влаги, выполняют проверку необходимости устройства дополнительной пароизоляции в конструкции.

В СП 345.1325800.2017 «Здания жилые и общественные. Правила



ВЫСТАВКА СТРОИМ ДОМ

21-22 марта
ЛЕНЭКСПО, 7 павильон

м. Приморская, Большой пр. В.О. 103, с 11:00 до 18:00

**СКИДКИ
ПОДАРКИ**

KNAUF
Немецкий стандарт
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР

FOREST HOUSE
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



ДОМА ИЗ КЛЕЕНОГО БРУСА

БИЗНЕС - ПАРТНЕР



ДЕВЕЛОПМЕНТ СТРОЙМАТЕРИАЛЫ

БИЗНЕС - ПАРТНЕР



теплые полы

БИЗНЕС - ПАРТНЕР



БАЛАЕВ
БЛОК

СКАНДИНАВСКИЕ МАТЕРИАЛЫ



ВЕТРО ТЕПЛО ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ

НАПЫЛЯЕМЫЙ УТЕПЛИТЕЛЬ



ФИНСКИЕ КРАСКИ



TEKNOS



СНАБ СЕРВИС

Бесплатный вход!

exposfera.spb.ru

тел. (812) 600-92-92



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
**ENGINEERING
EXPO**

21-22 марта
ЛЕНЭКСПО, 7 павильон

м. Приморская, Большой пр. В.О. 103, с 11:00 до 18:00

- ОТОПЛЕНИЕ
- ВОДОСНАБЖЕНИЕ
- КАНАЛИЗАЦИЯ
- ВЕНТИЛЯЦИЯ



ГРУППА ГАЗЕТ



www.zdspb.ru



БОЗРЕНИЕ



КРАСНЫМ, ДЕРЕЖИМ И ВЕЩАЮТ



Бесплатные автобусы от м. Приморская

В РАМКАХ 24-Й



ВЫСТАВКА
СТРОИМ ДОМ

exposfera.spb.ru

(812) 600-92-92



Рис. 1. Влага в ограждающих конструкциях

проектирования тепловой защиты» предложен упрощенный способ определения плоскости максимального увлажнения. Координату плоскости максимального увлажнения определяют по температуре в этой плоскости в зависимости от климатического и конструкционного факторов. Разделение факторов на климатический, зависящий от параметров микроклимата помещения и наружного климата, и конструкционный, зависящий от теплофизических свойств материалов и теплотехнических свойств ограждающей конструкции, повышает качество проектирования зданий. Однако недостаточная ясность алгоритма нахождения плоскости максимального увлажнения в конструкции сдерживает широкое применение этого метода на практике [11, 12].

Главным недостатком указанных выше норм является отсутствие возможности оценки влагонакопления в ограждающих конструкциях по месяцам в годовом цикле, что затрудняет детальный анализ влажности [13, 14].

В целях совершенствования российской нормативной базы и повышения качества проектирования зданий авторским коллективом [15] разработаны предложения по корректировке раздела «Защита от переувлажнения ограждающих конструкций» СП 50.13330.2012. Указанные предложения содержат принципиальные основы оценки влагозащитных свойств ограждающих конструкций по предельно допустимому состоянию увлажнения в годовом цикле и гармонизированы с международным стандартом ISO 13788 Hygrothermal performance of building components and building elements — Internal

surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation — Calculation methods. В отличие от метода расчета влагозащитных свойств, принятого в российских нормах, предлагаемый экспресс-метод позволяет выполнить анализ динамики влагонакопления в конструкции в годовом цикле. По сравнению с международным стандартом ISO 13788 этот метод дает более точную оценку влажностного режима современных многослойных ограждающих конструкций с повышенным уровнем теплозащиты.

Расчет влажностного режима ограждающих конструкций выполняют в следующей последовательности.

1. По профилям парциального давления водяного пара и давления насыщенного водяного пара определяют плоскость конденсации влаги в ограждающей конструкции в наиболее холодный месяц года.

2. По разности удельных потоков влаги — приходящего к плоскости конденсации и уходящего от нее — определяют приращение количества влаги в плоскости конденсации в течение каждого месяца. Положительное приращение означает накопление влаги в конструкции, отрицательное приращение — испарение влаги из конструкции.

3. Путем суммирования локальных приращений влаги определяют количество влаги, накопленной в ограждении с начала расчета.

4. По годовому балансу влаги оценивают влажностный режим и влагозащитные свойства ограждения.

Экспресс-анализ влагозащитных свойств ограждающих конструкций в годовом цикле эксплуатации яв-

ляется приближенным, но вместе с тем позволяет ответить на два принципиальных вопроса:

1. Будет ли в ограждении накапливаться влага? Отсутствие плоскости конденсации в конструкции в наиболее холодный месяц года гарантированно указывает на отсутствие влагонакопления в течение всего года.

2. Возможно ли переувлажнение материалов конструкции. Переувлажнение материалов конструкции отсутствует в том случае, если максимальное количество влаги в плоскости конденсации в период влагонакопления не превышает требуемых значений.

Ответы на указанные вопросы позволяют обоснованно выбрать конструктивное решение с требуемыми влагозащитными свойствами.

Ниже выполнен анализ влагозащитных свойств ограждающих конструкций, широко применяемых в практике гражданского строительства.

Объектом исследования является многослойная наружная стеновая конструкция с лицевым кирпичным слоем. С целью оценки влияния конструктивного решения наружных стен на их влажностный режим расчет выполнен для двух вариантов конструктивного исполнения ограждения:

- с невентилируемой воздушной прослойкой (вариант 1);
- с вентилируемой воздушной прослойкой (вариант 2).

Указанные варианты конструктивного решения наружных стен приведены на рис. 2.

Расчет выполнен для жилого помещения, влажностный режим помещения — нормальный.

Климатический пункт — Санкт-Петербург, влажная зона (рис. 3).

Расчетные условия эксплуатации ограждающей конструкции — Б.

Расчетная оценка влажностного режима основана на определении максимального количества влаги в зоне конденсации в годовом цикле. Подробное описание конструкций приведено в [15].

На основе имеющихся климатических данных (рис. 3) определены среднемесячные значения параметров, использованные в расчете.

Исходными данными для расчета являются:

- параметры наружного климата (среднемесячные значения температуры и относительной влажности наружного воздуха);

СТИМ ЭКСПО

**18–21
марта**

ВЫСТАВКА

**КОМПЛЕКС РЕШЕНИЙ
ДЛЯ СТРОЙКИ И РЕМОНТА**

**СТРОИТЕЛЬСТВО.
АРХИТЕКТУРА**

**ИНЖЕНЕРНЫЕ
РЕШЕНИЯ**

4 000 М²

**МАЛОЭТАЖНОЕ
ДОМОСТРОЕНИЕ**



**8 000
СПЕЦИАЛИСТОВ**



**БОЛЕЕ 100
ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**



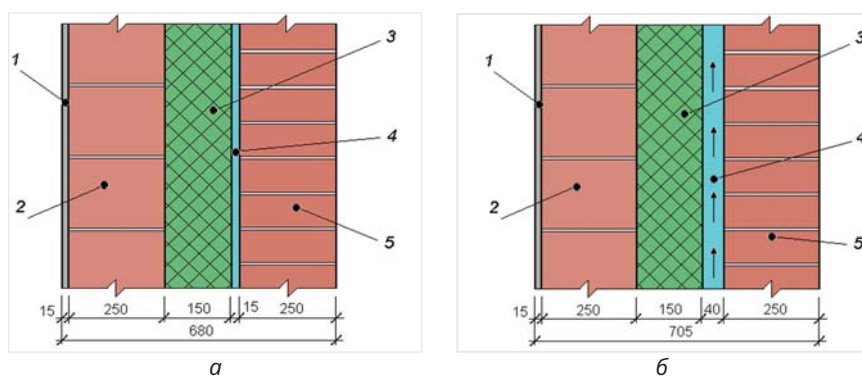
**50 КОНФЕРЕНЦИЙ
И СЕМИНАРОВ**

Выставка «СТИМэкспо» – это уникальная возможность:

- УВЕЛИЧИТЬ ПРОДАЖИ И РАСШИРИТЬ ИХ ГЕОГРАФИЮ
- НАЙТИ ПРОВЕРЕННЫХ ПОСТАВЩИКОВ
- ПРЕЗЕНТОВАТЬ СВОЙ ПРОДУКТ

Ростов-на-Дону, пр. Нагибина, 30
☎ (863) 268-77-68; www.stimexpo.ru





а

б

Рис. 2. Расчетные схемы наружной стены
(а — по варианту 1; б — по варианту 2): 1 — внутренняя штукатурка;
2 — внутренний слой кирпичной кладки; 3 — теплоизоляция; 4 — воздушная прослойка; 5 — лицевой кирпичный слой

— параметры микроклимата в помещении (среднемесечные значения температуры и относительной влажности внутреннего воздуха);

— теплотехнические показатели материалов ограждающей конструкции;

— граничные условия.

Параметры наружного климата и микроклимата в помещении приведены в табл. 1.

Расчетные теплотехнические характеристики материалов ограждающей конструкции приведены в табл. 2.

Граничные условия включают в себя сопротивления тепло- и вла-

гообмену у внутренней и наружной поверхностью ограждающей конструкции [15].

За начало расчета принят октябрь.

Результаты расчета показывают, что в конструкции с неветилируемой воздушной прослойкой образуется плоскость конденсации влаги в наиболее холодный месяц года. Плоскость конденсации влаги расположена на стыке неветилируемого воздушного зазора и наружного слоя кирпичной кладки. Координата этой плоскости $x = 0,43$ м.

Результаты расчета влажностного режима наружной стены в годовом цикле приведены на рис. 4.

Анализ полученных результатов показывают, что в период с ноября по март в конструкции с неветилируемой воздушной прослойкой происходит влагонакопление. Максимальное приращение влаги в конструкции за месяц отмечается в январе ($0,05 \text{ кг/м}^2$), максимальное

Таблица 1.

Параметры наружного климата и микроклимата в помещении

Месяц	Параметры наружного климата		Параметры микроклимата в помещении	
	температура, °C	относительная влажность	температура, °C	относительная влажность
Январь	-6,6	0,86	20,0	0,33
Февраль	-6,3	0,84	20,0	0,34
Март	-1,5	0,78	20,0	0,39
Апрель	4,5	0,73	20,0	0,45
Май	10,9	0,66	20,5	0,51
Июнь	15,7	0,68	22,9	0,56
Июль	18,3	0,71	24,2	0,58
Август	16,7	0,77	23,4	0,57
Сентябрь	11,4	0,81	20,7	0,51
Октябрь	5,7	0,84	20,0	0,46
Ноябрь	0,2	0,87	20,0	0,40
Декабрь	-3,9	0,88	20,0	0,36

Таблица 2.

Расчетные теплотехнические характеристики материалов слоев

Номер слоя	Материал слоя	Теплопроводность, Вт/(м×K)	Паропроницаемость, мг/(м×ч×Па)
1	Раствор сложный	0,87	0,098
2	Кладка из пустотелого камня	0,35	0,14
3	Плиты теплоизоляционные	0,039	0,389
4	Воздушная прослойка	—	—
5	Кладка из пустотелого кирпича	0,55	0,13

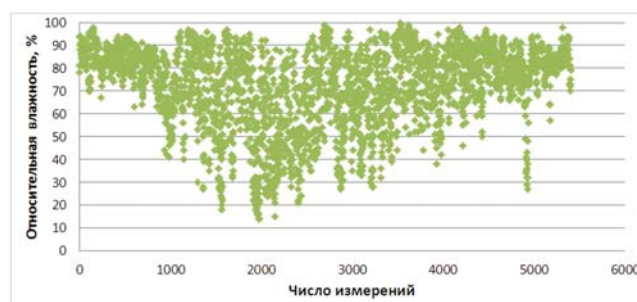
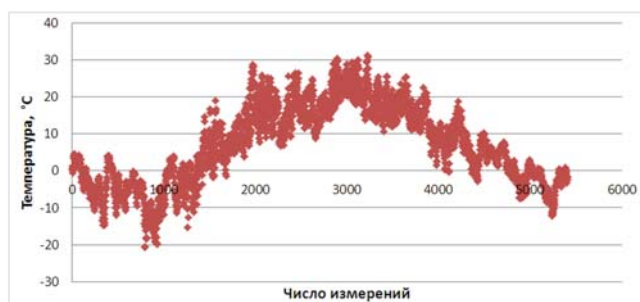


Рис. 3. Годовой ход температуры (а) и относительной влажности (б) наружного воздуха в г. Санкт-Петербурге (трехчасовые фактические значения [16])

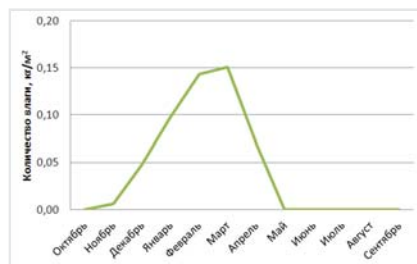


Рис. 4. Влажностный режим наружной стены с неветилируемой воздушной прослойкой в годовом цикле

количество влаги с начала расчета — в марте ($0,151 \text{ кг/м}^2$). Анализ годового баланса влаги показывает, что систематического влагонакопления в конструкции в течение года не происходит. Однако в период влагонакопления отмечается прирост влаги в конструкции.

В конструкции наружной стены с вентилируемой воздушной прослойкой конденсация влаги в наиболее холодный месяц года отсутствует. Влагонакопление в течение года также отсутствует. Таким образом, устройство вентилируемой воздушной прослойки позволяет улучшить влажностный режим наружной стены.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнен экспресс-анализ влагозащитных свойств многослойной стеновой конструкции с лицевым кирпичным слоем для влажной климатической зоны. Расчет влагонакопления в годовом цикле произведен для двух вариантов конструктивного исполнения ограждения: с неветилируемой и вентилируемой воздушной прослойкой. Анализ годового баланса влаги показывает, что систематического влагонакопления в конструкции с неветилируемой воздушной прослойкой в течение года не происходит, однако в период влагонакопления отмечается прирост влаги в конструкции. Устройство вентилируемой воздушной прослойки полностью исключает влагонакоп-

ление, что позволяет улучшить влажностный режим наружной стены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьев А. И. Долговечность наружных стен зданий, облицованных керамическими материалами // АВОВ: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2019. № 5. С. 52–57.
2. Гагарин В. Г., Козлов В. В., Зубарев К. П. Анализ расположения зоны наибольшего увлажнения в ограждающих конструкциях с различной толщиной теплоизоляционного слоя // Жилищное строительство. 2016. № 6. С. 8–12.
3. Корниенко С. В., Ватин Н. И., Горшков А. С., Ольшевский В. Я., Пестряков И. И. Эксплуатационная влажность автоклавного газобетона в стеновых конструкциях // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2018. № 8 (71). С. 22–40.
4. Chung W. J., Lim J. -H. Cooling operation guidelines of thermally activated building system considering the condensation risk in hot and humid climate // Energy and Buildings. 2019. No. 193. Pp. 226–239.
5. Мусорина Т. А., Наумова Е. А., Шонина Е. В., Петриченко М. Р., Куколев М. И. Теплотехнические свойства энергоэффективного материала на основе растительной добавки (сухой борщевик) // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. № 12. С. 1555–1571.
6. Bondi P., Stefanizzi P. Hygro-thermal performance of hollow bricks and current standards // Energy and Buildings. 2001. No. 33 (7). Pp. 731–736.
7. Pavlík Z., Černý R. Experimental assessment of hygrothermal performance of an interior thermal insulation system using a laboratory technique simulating on-site conditions // Energy and Buildings. 2008. No. 40 (5). Pp. 673–678.
8. Корниенко С. В., Ватин Н. И., Горшков А. С. Оценка влажностно-

го режима стен с фасадными теплоизоляционными композиционными системами // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. № 6 (45). С. 34–54.

9. Arslan O., Kose R. Thermoeconomic optimization of insulation thickness considering condensed vapor in buildings // Energy and Buildings. 2006. No. 38 (12). Pp. 1400–1408.

10. Немова Д. В., Ватин Н. И., Петриченко М. Р., Корниенко С. В., Горшков А. С. Воздушный режим трехслойной стеновой конструкции // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. № 6 (45). С. 102–114.

11. Куприянов В. Н. Совершенствование метода расчета по защите от переувлажнения ограждающих конструкций // Жилищное строительство. 2017. № 5. С. 38–43.

12. Перехоженцев А. Г. О необходимости корректировки СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» // АВОВ: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2017. № 8. С. 54–57.

13. Корниенко С. В. Предложения по корректировке СП 50.13330.2012 в части защиты от переувлажнения ограждающих конструкций // Жилищное строительство. 2015. № 7. С. 31–34.

14. Sovetnikov D. O., Baranova D. V., Borodinecs A., Korniyenko S. V. Technical problems in churches in different climatic conditions // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2018. № 1 (64). С. 20–35.

15. Корниенко С. В., Ватин Н. И., Петриченко М. Р., Горшков А. С. Оценка влажностного режима многослойной стеновой конструкции в годовом цикле // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 6. С. 19–33.

16. Погода и климат [сайт]. URL: <http://pogodaiklimat.ru> (дата обращения: 16.01.2020).

ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ НАСОСОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЗНАЧЕНИЙ ФАКТИЧЕСКОГО ВНУТРЕННЕГО ДИАМЕТРА ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ НАПОРНЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ



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

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

Вице-президент Академии ЖКХ РФ — действительный член. Эксперт Экспертно-технологического совета Российской ассоциации водоснабжения и водоотведения.

Действительный член Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ). Удостоен почетного звания «Заслуженный деятель науки» Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности и награжден «Звездой Ученого» и орденом «За заслуги в науке».

Опубликовал более 270 научных работ, в том числе 4 монографии и 15 справочных пособий. Автор 26 патентов и изобретений.

*О. А. Продоус, генеральный директор
ООО «ИНКО-инжиниринг»*

*Л. Д. Терехов, заместитель генерального директора
ООО «ИНКО-инжиниринг»*

Дано сравнение гидравлического потенциала трубопроводов из разных полимерных материалов, и показано влияние значений гидравлических характеристик труб на выбор характеристик насосов для напорных трубопроводов. На примере показано снижение энергозатрат насоса на 9,42% при уменьшении потерь напора по длине на 3,49%. Предложено при проектировании трубопроводов из полимерных материалов при выборе характеристик насосов учитывать гидравлический потенциал трубопроводов.

Ключевые слова: гидравлический потенциал, трубы из полимерных материалов, потери напора, характеристики насоса.

Под **гидравлическим потенциалом** трубопровода любого назначения следует понимать оценочный эксплуатационный критерий, характеризующий совокупностью значений расхода q , м³/с, при заданном давлении P_N , МПа, средней скорости потока жидкости V , м/с, и потерь напора на трение по длине труб i , м/м, конкретного диаметра и вида материала труб [1].

Для подбора насосных агрегатов для конкретного трубопровода необходимо задать рабочую точку — q , заданный расход в м³/с и H — высоту подъема воды в максимально удаленную точку, м, то есть учесть высотную конфигурацию трубопровода. Однако для трубопроводов из полимерных и металлополимерных материалов (полиэтилен, поливинилхлорид, стеклопластик, ВЧШГ с полиуре-

тановым покрытием внутренней и наружной поверхности, стальные электросварные трубы с полимерным покрытием внутренней и наружной поверхности) необходимо также учитывать то обстоятельство, что в них фактические потери напора на сопротивление по длине i_ϕ зависят от шероховатости внутренних стенок труб, влияющей на величину фактически транспортируемого расхода q_ϕ [2, 3, 4].

Гидравлический расчет трубопроводов из шести видов труб, выпускаемых из полимерных материалов, выполнен согласно требованиям действующего норматива [5]. Результаты гидравлического расчета труб без учета величины технологических допусков по стандартам на эти трубы сведены в табл. 1.

Для сравнения в табл. 2 приведен гидравлический потенци-


ЛЕВ ДМИТРИЕВИЧ ТЕРЕХОВ

Доктор технических наук, профессор, заместитель генерального директора ООО «ИНКО-инжиниринг».

Заслуженный строитель РФ. Специалист в области строительства и технической эксплуатации сетей водоснабжения, канализации и очистки сточных вод.

ал трубопроводов с фактическим внутренним диаметром труб $d_{\text{вн}}^{\text{ф}}$ с учетом величин технологических допусков.

С учетом значений технологических допусков по стандарту фактический внутренний диаметр труб $d_{\text{вн}}^{\text{ф}}$ определяется по формуле [1]:

$$d_{\text{вн}} - 2e, \text{ м} \quad (1)$$

$$d_{\text{вн}}^{\text{ф}} = (d_{\text{н}} + \Delta d) - 2(e + \Delta e), \text{ м},$$

где:

$d_{\text{н}}$ — номинальный наружный диаметр труб, м;

Δd — технологический допуск на номинальный наружный диаметр по стандарту, м;

e — толщина стенки трубы по стандарту, м;

Δe — технологический допуск на толщину стенки по стандарту, м.

Покажем это на примере. По трубопроводу длиной 1050 п. м транспортируется в наивысшую точку трассы (емкость на от-

метке 75 м) заданный расход $q = 0,300 \text{ м}^3/\text{с}$. Требуется подобрать характеристики насосного агрегата с минимальными энергозатратами для трубопровода при двух материалах труб из ПНД с учетом и без учета технологических допусков.

Сравнение значений номинальных внутренних диаметров труб $d_{\text{вн}}^{\text{н}}$ (без допусков, табл. 1) и значений фактических внутренних диаметров $d_{\text{вн}}^{\text{ф}}$ (с учетом допусков, табл. 2) труб из разных полимерных материалов показывает расхождение этих значений. В табл. 3 приведены результаты сравнения этих значений для труб одного и того же диаметра из разных полимеров.

Из табл. 3 следует, что процентное расхождение значений $d_{\text{вн}}^{\text{н}}$ и $d_{\text{вн}}^{\text{ф}}$ колеблется для труб одного и того же диаметра в диапазоне значений от 0,18 до 0,61%. Такое колебание значений диаметров, естественно, вызовет и колебание значений потерь напора по длине (табл. 1, 2), а также изменение энергозатрат

Таблица 1

Материал труб	Диаметр труб		Толщина стенки без допусков e , мм	Гидравлический потенциал труб			
	номинальный наружный $d_{\text{н}}^{\text{н}}$, мм	номинальный внутренний $d_{\text{вн}}^{\text{н}}$, мм		$q_{\text{н}}$, м ³ /с	$V_{\text{н}}$, м/с	λ^*	$1000R_{\text{н}}$, мм/м
ПНД по ГОСТ 18599-2001	630,0	552,2	37,4	0,300	1,24	0,0150	2,128
ПВХ по ГОСТ 52134-2013	630,0	591,4	19,3	0,300	1,09	0,0146	1,495
ПВХ-О 500 по ГОСТ 56927-2016	630,0	599,4	15,3	0,300	1,09	0,0147	1,405
Стеклопластик по ГОСТ 32415-2013	630,0	608,9	10,71	0,300	1,18	0,0148	1,314
электросварные «Амеркот-391» по ГОСТ 20295-85	630,0	622,0	4,0	0,300	1,01	0,0146	1,172
ВЧШГ ПУ по EN 545-2010	635,0	625,4	4,8	0,300	0,99	0,0147	1,151

* Расчет при температуре воды +10 °С. $\nu = 0,00000131 \text{ м}^2/\text{с}$.

насоса, транспортирующего заданный расход.

Результаты гидравлического расчета удельных потерь напора $1000i^H$ труб без учета допусков отличаются от результатов гидравлического расчета труб с учетом допусков $1000i^Ф$.

Например, сравнение значений $1000i$ (табл. 1, 2, 3) для труб из ПНД показывает, что $1000i_{ПНД}^H = 2,128 \text{ мм/м} < 1000i_{ПНД}^Ф = 2,205 \text{ мм/м}$ меньше на 3,49%, или в 1,04 раза, а внутренний диаметр без учета допусков для сравниваемых труб отличается в большую сторону $d_{вн}^H = 0,5522 \text{ м} > d_{вн}^Ф = 0,5501 \text{ м}$ на 0,38% за счет влияния суммарных значений величин технологических допусков по стандарту.

Даже за счет небольшого расхождения величин сравниваемых диаметров энергозатраты насоса для заданных условий будут отличаться.

Решение задачи

Для подбора характеристик насосного агрегата для условий поставленной задачи построим график зависимости $q = f(H)$, $\text{м}^3/\text{с}$, для двух труб одного и того же диаметра 630 мм из ПНД РЕ100 по ГОСТ 18599-2001 без учета и с учетом технологических допусков по стандарту. Зададим диапазон расходов $q = 0,1 \div 0,5 \text{ м}^3/\text{с}$, для которого подсчитаем потери напора по длине по формуле [6]:

$$H = H_r + \frac{1,1 \cdot \lambda_{ф(Н)} \cdot q^2 \cdot l}{(d_{вн}^{ф(Н)})^5}, \quad (2)$$

где:

H_r — геометрическая высота подъема воды, м;

1,1 — коэффициент, учитывающий влияние местных сопротивлений на величину фактических потерь напора;

$\lambda_{ф(Н)}$ — фактический (номинальный) коэффициент гидравлического сопротивления, рассчитанный с учетом влияния (без влияния) технологических допусков;

q — заданный расход, $\text{м}^3/\text{с}$;

l — длина трубопровода, м;

$d_{вн}^{ф(Н)}$ — фактический (номинальный) внутренний диаметр труб с учетом (без учета) влияния технологических допусков на толщину стенки e и номинальный наружный диаметр $d_{нн}$, м.

Результаты расчета H_n для труб из ПНД без учета допусков представлены в табл. 4, а в табл. 5 —

результаты расчета $H_{ф}$ с учетом допусков по стандарту.

Анализ значений величин H в табл. 4–5 показывает, что наибольший процент расхождения значений потерь напора для труб из ПНД при заданном расходе $q = 0,300 \text{ м}^3/\text{с}$ составляет:

$$\begin{aligned} H_{ПНД}^Ф - H_{ПНД}^H &= \\ &= 105,96 \text{ м} - 95,98 \text{ м} = \\ &= 9,98 \text{ м или } 9,42\%. \end{aligned}$$

На основе анализа значений потерь напора H для сравниваемых труб из ПНД построены графики зависимости $q = f(H)$, приведенные на рис. 1, для насосного агрегата «Грундфос» LS 350-250-630B.

Сравним энергозатраты выбранного насоса при его установке на трубопроводе из ПНД-труб без учета и с учетом технологических допусков. Расчетная формула имеет вид [6]:

$$N_{дв} = 9,81 \frac{q \cdot H}{\eta}, \text{ кВт}, \quad (3)$$

где: η — КПД насосного агрегата. Для практических расчетов принимают $\eta = 0,7$;

$$N_{дв-н}^{ПНД} = 9,81 \frac{0,3 \cdot 95,98}{0,7} = 403,53 \text{ кВт};$$

$$N_{дв-ф}^{ПНД} = 9,81 \frac{0,3 \cdot 105,96}{0,7} = 445,49 \text{ кВт}.$$

Экономия энергозатрат насоса «Грундфос» LS 350-300-580D при его установке на трубопроводе из труб ПНД без учета допусков будут меньше на

$$445,49 \text{ кВт} - 403,53 \text{ кВт} = 41,96 \text{ кВт, или на } 9,42\%, \text{ или в } 1,10 \text{ раза.}$$

Таким образом, при выборе характеристик насосных агрегатов для напорных трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения из полимерных материалов необходимо всегда учитывать зна-

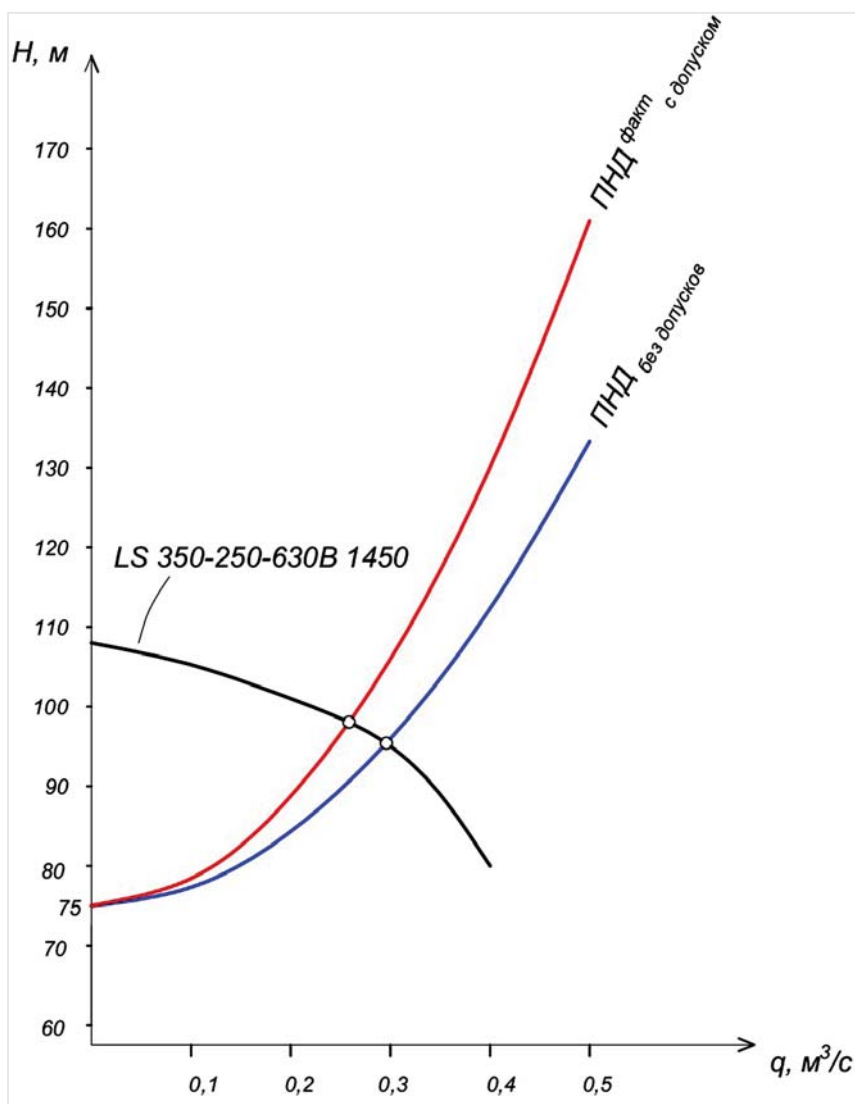


Рис. 1. График зависимости $q = f(H)$ для труб из ПНД

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

ЭКВАТЭК 2020 ECWATECH



8—10 СЕНТЯБРЯ 2020

МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

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

WWW.ECWATECH.RU

ОРГАНИЗАТОР

 Reed Exhibitions®

Таблица 2

Материал труб	Диаметр труб		Толщина стенки e , мм	Допуск на толщину стенки по стандарту Δe , мм	Шероховатость Ra , мкм	Гидравлический потенциал труб			
	номинальный с учетом допуска $d_{н}^{\phi}$, мм	фактический внутренний $d_{вн}^{\phi}$, мм				q_{ϕ} , м ³ /с	V_{ϕ} , м/с	λ^*	$1000 i_{\phi}$, мм/м
ПНД РЕ 100 по ГОСТ 18599-2001	635,70	550,1	37,4	+5,4	0,410	0,300	1,26	0,0150	2,205
ПВХ по ГОСТ 52134-2003	632,20	589,2	19,3	+ 2,2	0,350	0,299	1,10	0,0146	1,529
ПВХ-О 500 по ГОСТ 56927-2016	631,75	597,7	15,3	+ 1,75	0,350	0,300	1,07	0,0147	1,435
стеклопластик по ГОСТ 54560-2015	617,0	607,8	10,71	+ 1,5	0,370	0,300	1,03	0,0148	1,317
стальные электросварные с покрытием «Амеркот-391» по ГОСТ 20295-85	633,0	619,0	4,0	+ 3,0	0,298	0,301	1,00	0,0146	1,202
ВЧШГ с внутренним полиуретановым покрытием по EN 545-2010	635,0	621,6	4,8	+ 1,9	0,304	0,300	0,99	0,0147	1,181

* Коэффициент гидравлического сопротивления трения по длине труб, рассчитанный по нормативу [5] при температуре воды $t = 10$ °C ($\nu = 0,00000131$ м²/с).

Таблица 3

Значения внутренних диаметров	Материал внутренней поверхности труб					
	ПНД	ПВХ	ПВХ-О 500	СП	«Амеркот-391»	ВЧШГ ^{ПУ}
$d_{вн}^{\phi}$, мм	0,5501	0,5892	0,5977	0,6078	0,6190	0,6216
$d_{н}^{\phi}$, мм	0,5522	0,5914	0,5994	0,6089	0,6220	0,6254
Процент расхождения значений %	0,38	0,37	0,28	0,18	0,48	0,61



PCVEXPO

27-29 октября 2020
Москва, МВЦ «Крокус Экспо»

Самая крупная в России международная выставка
промышленных насосов, компрессоров,
арматуры, приводов и двигателей



Забронируйте стенд
www.pcvexpo.ru

Организатор



Международная
Выставочная
Компания

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

Соорганизаторы



ГРАПИ



- 151 участник из 6 стран
- 2 524 посетителя из 60 регионов России
- 4000 м² площадь выставочной экспозиции

Таблица 4.

Характеристики труб из ПНД без допусков

Заданный расход q , м ³ /с	Расчетный расход q^2 , м ³ /с	$H_n = 75 + 233,11 q^2$, м
0,1	0,01	77,33
0,2	0,04	84,32
0,3	0,09	95,98
0,4	0,16	112,30
0,5	0,25	133,28

Таблица 5.

Характеристики труб из ПНД с допусками

Заданный расход q , м ³ /с	Расчетный расход q^2 , м ³ /с	$H_\phi = 75 + 343,95 q^2$, м
0,1	0,01	78,44
0,2	0,04	88,76
0,3	0,09	105,96
0,4	0,16	130,03
0,5	0,25	160,99

чения гидравлических характеристик труб, которые зависят от следующих показателей:

— шероховатости внутренних стенок труб;

— значений величин технологических допусков на толщину стенок труб e и их номинальный наружный диаметр d_n^H ;

— величина фактического внутреннего диаметра $d_{вн}^\phi$ труб зависит от допусков, влияющих на фактические потери напора по длине и, как следствие, на энергозатраты насосных агрегатов, транспортирующих воду на расстояние.

Из графиков на рис. 1 видно, что для условий данной задачи при прочих равных условиях сравнения в зависимости от изменения характеристик гидравлического потенциала трубопровода ($d_{вн}^\phi$, V_ϕ , i_ϕ) изменяются энергозатраты насосного агрегата, $N_{дв}$. При расходе $q = 0,300$ м³/с расхождение в энергозатратах насоса составляет 9,42%.

На основе анализа представленных данных для конкретного примера следует, что при гидравлическом расчете полиэтиленовых труб по ГОСТ 18599-2001 приоритетно использовать значение **номинального внутреннего диаметра** $d_{вн}^H$

(без технологических допусков), обеспечивающее меньшие потери напора по длине i_n в сравнении со значениями потерь напора i_ϕ при использовании фактического внутреннего диаметра $d_{вн}^\phi$ (с учетом технологических допусков).

Однако гидравлический расчет с использованием значений номинального внутреннего диаметра труб $d_{вн}^H$ является заниженным, **не соответствующим** реальным характеристикам трубопровода и насоса.

Поэтому при проектировании и выборе характеристик насосного оборудования следует всегда использовать реальное значение фактического внутреннего диаметра труб $d_{вн}^\phi$, обеспечивающее точность выбора характеристик насосного агрегата с учетом влияния технологических допусков на толщину стенок труб и их номинальный наружный диаметр.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.

2. Продоус О. А., Терехов Л. Д. Сравнительная оценка величин потерь напора для обоснования выбора материала труб из разных полимерных материалов. Журнал «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение», 2018/9 (129). — С. 38–42.

3. Продоус О. А. Об энергопотреблении насосов в трубопроводах из полимерных материалов. Журнал «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение», 2017/12 (120). — С. 36–38.

4. Продоус О. А., Терехов Л. Д. Пропускная способность напорных трубопроводов из полимерных материалов. Журнал «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение», 2019/5 (137). — С. 52–56.

5. 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. <http://docs.cntd.ru/document/1200007490>

6. Лезнов Б. С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздухоудных установках. М.: Энергоатомиздат. 2006. — 360 с. ил.

25 ЛЕТ
НА РЫНКЕ



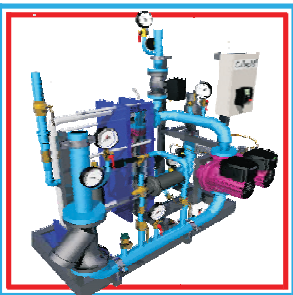
Санкт-Петербург (812) 327-25-94
Москва (499) 681-18-67
Петрозаводск (8142) 56-62-66

ЛИДЕР
СТРОИТЕЛЬНОГО
КАЧЕСТВА

2019

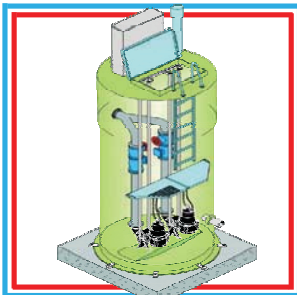
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ



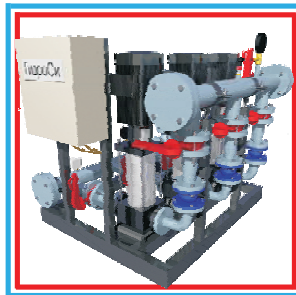
МОДУЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ
МОДУЛИ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ (ИТП, ЦТП)
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ТЕРМОМОДУЛИ

КОМПЛЕКТНЫЕ КНС



КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ
КОМПЛЕКТНЫЕ КНС В ПОЛИМЕРНЫХ РЕЗЕРВУАРАХ
ОБОРУДОВАНИЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ



ПОВЫСИТЕЛЬНЫЕ НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ
УСТАНОВКИ ПОДДЕРЖАНИЯ ДАВЛЕНИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ НАСОСНЫЕ МОДУЛИ

ШКАФЫ УПРАВЛЕНИЯ



ЩИТЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ
СИСТЕМЫ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ

НАСОСНАЯ ТЕХНИКА



НАСОСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
НАСОСЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ,
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, ОТОПЛЕНИЯ,
ХИМИЧЕСКИЕ, ТОПЛИВНЫЕ, ПИЩЕВЫЕ

ТЕПЛООБМЕННИКИ



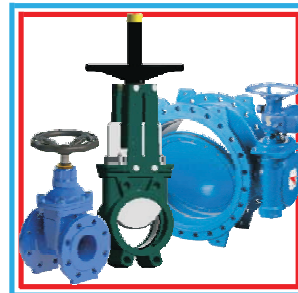
ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ПЛАСТИНЧАТЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ, ПАЯНЫЕ,
РАЗБОРНЫЕ, СВАРНЫЕ, ПОЛУСВАРНЫЕ
АППАРАТЫ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

ПРОМАВТОМАТИКА



ТЕПЛОВАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИКА
РЕГУЛЯТОРЫ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ,
ПОГОДНЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ, КОНТРОЛЛЕРЫ
КЛАПАНЫ РЕГУЛИРУЮЩИЕ, ДАТЧИКИ, ПРИВОДЫ

ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА



ЗАПОРНАЯ И РЕГУЛИРУЮЩАЯ АРМАТУРА
КРАНЫ ШАРОВЫЕ, ЗАТВОРЫ ПОВОРОТНЫЕ
ВЕНТИЛИ, ЗАДВИЖКИ, ФИЛЬТРЫ СЕТЧАТЫЕ
КЛАПАНЫ ОБРАТНЫЕ, ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ

ИЗГОТОВЛЕНО В РОССИИ

<http://синто.рф>

СДЕЛАНО ДЛЯ РОССИИ

Реконструкция, строительство и обслуживание инженерных и технологических систем
Производство автоматизированных модульных тепловых пунктов, насосных установок
Производство и ввод в эксплуатацию комплектных канализационных насосных станций
Производство и сервис тепловых и гидравлических модулей различного назначения
Поставка, монтаж, наладка и обслуживание насосного и теплообменного оборудования
Автоматизация и диспетчеризация инженерных и промышленных технологических систем

ПРОЕКТИРОВАНИЕ - ПРОИЗВОДСТВО - КОМПЛЕКТАЦИЯ - МОНТАЖ - СЕРВИС

ПАРАПЕТНЫЕ ВОРОНКИ, И ДЛЯ ЧЕГО ОНИ НУЖНЫ

*С. М. Якушин, генеральный директор
ООО «ХЛ-РУС», технический представитель
фирмы HL Hutterer & Lechner GmbH
Л. А. Сузробов, технический представитель
фирмы HL Hutterer & Lechner GmbH*

В ноябре 2019 года фирма HL Hutterer & Lechner GmbH (Австрия) начала производство парапетных воронок. Теперь их можно приобрести и в России.

В тех случаях, когда требуется отвести дождевые и талые воды с плоской кровли небольшой площади, применение кровельных воронок для внутренних водосточков может быть нерациональным и непрактичным решением. В этих случаях можно применять так называемые парапетные воронки с горизонтальным выпуском для отведения дождевых вод в наружный водосток. Чаще всего они используются для балконов, террас и лоджий и т. п. Также парапетные воронки применяют для аварийного водоотведения в дополнение к основной системе водостока.

Идя навстречу многочисленным пожеланиям клиентов, фирма HL приступила к выпуску парапетных воронок серии HL68.

Применение парапетных воронок дает следующие преимущества:

- не нарушается теплоизоляция, отсутствуют мостики холода;
- отсутствует шум внутри здания (водосточные трубы находятся снаружи здания);
- экономится пространство (отсутствует отводящая труба внутри здания);
- отсутствуют отверстия в перекрытии, тем самым не ослабляется конструкция перекрытия;
- нет необходимости делать углубление в кровельном пироге под корпус воронки, не нужно размещать отводящую трубу в пироге кровли;
- не нужно делать сложную разуклонку к воронке, а можно сделать более простую разуклонку в одну сторону — к парапету.

Однако следует принимать во внимание следующие особенности парапетных воронок:

- пропускная способность парапетных воронок ниже, чем у кровельных воронок для плоских кровель. Например, кровельная воронка HL62H/1 с вертикальным выпуском DN110 имеет пропускную способность 10,7 л/с, кровельная воронка HL64H с горизонтальным выпуском DN110 пропускает 6,0 л/с, тогда как парапетная воронка HL68H.0/110 пропускает 0,8* л/с. Дело в том, что пропускная способность воронок определяется в соответствии с DIN при определенной толщине слоя воды над гидроизоляцией (в данном случае для воронок с диаметром выпуска 110 мм толщина водяного слоя над гидроизоляцией составляет 35 мм). У воронок для плоских кровель этот слой воды находится выше корпуса воронки, создается гидростатический подпор на входе воды в воронку. У парапетных воронок такого подпора воды нет и пропускная способность определяется формой и размерами приемного отверстия парапетной воронки;
- наружный водосток, как правило, требует обогрева. При этом греть нужно весь трубопровод — не только вертикальную водосточную трубу, но и горизонтальную его часть (парапетную воронку). Для внутреннего водостока с кровельными воронками для плоских кровель обогрева требует только сама воронка и те участки труб, которые проложены в неотапливаемых помещениях;
- монтаж парапетных воронок сложнее, чем монтаж водосточных воронок на плоской кровле. Требу-

ется обеспечить герметичность соединения корпуса воронки с гидроизоляцией на двух поверхностях (вертикальной и горизонтальной);

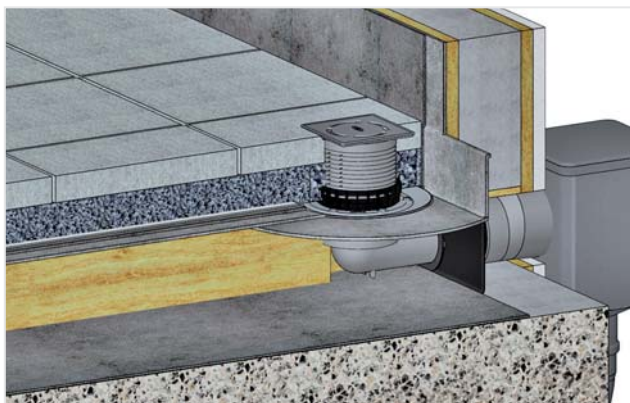
— уклон кровли делается к парапету. Во время осадков вода направляется у вертикальных примыканий гидроизоляции к парапету. Возможно образование сырости и плесени у парапетов на теневой стороне кровли.

Парапетные воронки серии HL68 состоят из корпуса и отводящей трубы. Для защиты от листьев, хвои и другого мусора воронка должна быть укомплектована листвоуловителем. Чаще всего парапетные воронки используются для основной системы водоотведения, в этом случае для комплектации воронок следует заказывать листвоуловитель HL068.1E. В случае если парапетные воронки применяются для аварийного водостока, следует заказывать листвоуловитель HL068.1Safe для создания слоя воды не менее 35 мм. Вместо листвоуловителя может устанавливаться дренажный либо водоприемный элемент, воронки можно комбинировать с другими комплектующими производства HL, что позволяет встраивать их во все виды плоских кровель.

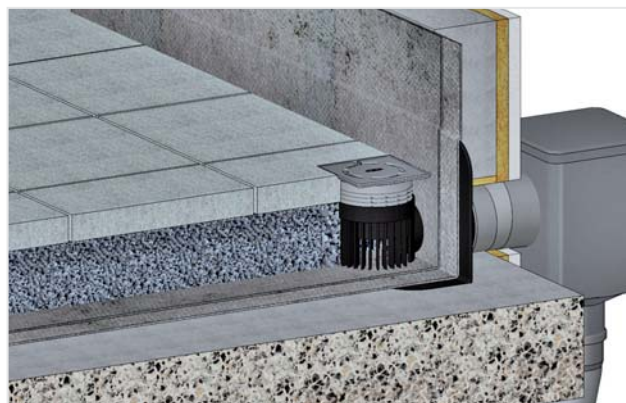
Корпуса парапетных воронок выпускаются в трех исполнениях: из ПВХ для соединения с ПВХ гидроизоляционными мембранами (серия HL68P); из ПП для соединения с ТПО (ПП) гидроизоляционными мембранами (серия HL68F); комбинированный, с фартуком из полимербитумного материала для соединения с гидроизоляционными материалами на основе битума (серия HL68H). Корпуса воронок с фартуком из полимербитумного материала (серия HL68H) оснащены встроенной вставкой из нержавеющей стали, которая служит для защиты корпуса воронки при нагреве горелкой с открытым пламенем, корпус из эластомера обладает достаточной гибкостью для облегчения монтажа воронки. Нужный тип корпуса (с фартуком из полимербитумного материала, ПВХ- или ПП-фланцем) выбирается в зависимости от материала гидроизоляции кровли.

Отводящая труба с помощью двухстороннего многоязычкового

* Пропускная способность парапетных воронок для различной высоты водяного слоя над кровлей приведена на сайте: www.hlrus.com в разделе: Парапетные воронки.



Парапетная воронка



Парапетная воронка на традиционной кровле

уплотнения герметично соединяется с корпусом воронки и надежно фиксируется с помощью хомута из нержавеющей стали. Отводящие трубы производятся из полипропилена (ПП) со специальными добавками, которые делают их устойчивыми к ультрафиолетовому излучению. Существуют три размера отводящих труб — диаметром 50, 75 и 110 мм. Можно заказывать воронку как в сборе (корпус + отводящая труба с хомутом), так и по частям (отдельно корпус, отдельно отводящая труба с хомутом), которые соединяются между собой при монтаже. Независимо от диаметра все отводящие трубы (после соединения с корпусом парапетной воронки) имеют уклон $4 \pm 0,5\%$.

Если нужно отводить воду с гидроизоляции, расположенной в середине кровельного пирога, например, в инверсионных кровлях или эксплуатируемых кровлях, если плитка уложена на слой гравия или опоры, то вместо листоуловителя применяют дренажный элемент HL163 (или дренажный элемент HL163Safe для аварийного водостока). Для утепленных кровель вместо дренаж-

ного элемента следует использовать водоприемный элемент HL164. Дренажные элементы HL163 и HL164 могут использоваться с надставными элементами HL37N, HL3000, HL85N(H) с гидроизоляционными комплектами серии HL83, удлинителем HL340N и дренажным кольцом HL180. С помощью этих элементов возможно осуществить отведение воды со всех уровней кровельного пирога.

Несколько выступов в нижней части листоуловителей и дренажных элементов сделаны большей длины, чем остальные, — для компенсации высоты листоуловителя (или дренажного элемента) при разной толщине гидроизоляционных материалов. При необходимости выступы могут быть подрезаны по месту при монтаже.

Что делать, если требуется отвести воду через парапет, но по каким-то причинам нет возможности использовать воронки для плоских кровель, при этом требуется сохранить высокую пропускную способность и расположить ендову дальше от парапета? Существует компромиссное решение, которое позволит максимально использовать преимущества как парапетных воронок, так и воронок для плоских кровель. В этом случае в комбинации с трапом для балконов и террас (например, HL5100T) или кровельной воронкой с горизонтальным выпуском (серия HL64) парапетные воронки могут быть использованы для того, чтобы герметично провести трубу DN75 через парапет. Парапетная воронка ставится на уровень пароизоляции, выпускной патрубок трапа или кровельной воронки соединяется с корпусом парапетной воронки с помощью горизонтальной трубы, проложен-

ной с уклоном в пирог кровли, через резиновое уплотнительное кольцо HL0114D.

Таким образом, парапетные воронки могут успешно применяться для отведения осадков с кровель зданий как совместно с воронками для плоских кровель, так и взамен них. Наиболее оправдано применение парапетных воронок для кровель небольшой площади.

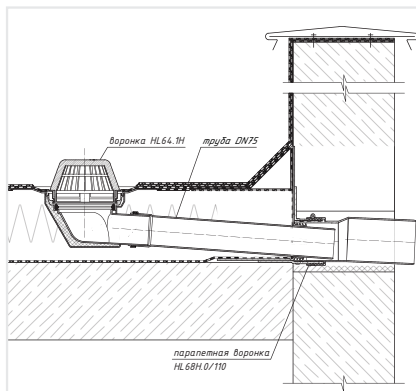
В I полугодии 2020 года фирма HL планирует разработать чертежи семейства моделей парапетных воронок в формате Revit.

Технические специалисты компании ООО «ХЛ-РУС» могут выполнить для вас чертеж узла водоотведения для конкретного кровельного пирога. Вы предоставляете информацию о кровельном пироге и требованиях к воронке или трапу (вертикальный или горизонтальный выпуск, пропускная способность, нагрузка, требуемый предел огнестойкости перекрытия, материал отводящих труб) — и получаете чертеж узла водоотведения в АвтоКАДе или формате .pdf.

При наличии вопросов по оборудованию HL обращайтесь к дилерам или техническим представителям компании. Чертежи, фотографии и описание парапетных воронок размещены на сайте: www.hlrus.com.

Существует очень много технических решений по применению парапетных воронок, о них мы расскажем в следующей статье. Ждите продолжение.

ООО «Вирбель»
105187, Москва,
ул. Вольная, д. 39
+7 (495) 780-70-00
www.hlrus.com
www.interma.ru



Применение кровельной воронки HL64 с парапетной воронкой HL68

КАКОВА ФАКТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА ГОРОДА МОСКВЫ И ТЕНДЕНЦИИ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ К 2030 ГОДУ

В. И. Ливчак, член президиума НП «АВОК»



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 5 лет — в Московском агентстве энергосбережения при Правительстве Москвы в должности заместителя директора по ЖКХ, 12 лет — в Московской государственной экспертизе начальником отдела энергоэффективности зданий и инженерных систем. Член президиума НП «АВОК». Автор более чем 300 печатных работ и стандартов.

В предыдущих номерах журнала «Инженерные системы» № 3 и № 4 за 2019 год на примере реальных проектов установления энергетической эффективности отдельных зданий и анализа действующих на сегодняшний день нормативно-технических документов указаны причины срыва сроков выполнения требований повышения энергоэффективности строящихся зданий с 2011 и 2016 годов по Постановлению Правительства РФ от 25.01.2011 № 18 и отставания в выполнении требований ППРФ от 20.05.2017 № 603 о повышении энергоэффективности вновь создаваемых зданий с 1 января 2018 года на 20%, а в конечном итоге с 2028 года на 50% по отношению к базовому уровню, которым практически является 2003 год — год введения в действие СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» (в разработке которого я принимал участие), впервые на федеральном уровне технического нормирования установивших требования к показателю энергетической эффективности зданий (ранее этим вопросам были посвящены мои статьи в «ИС» № 3-2013, № 4-2015, № 1-2016, № 4-2017).

Наряду с критикой принимаемых решений и обоснованием наших предложений, обеспечивающих повышение энергоэффективности зданий при минимальных инвестициях, в журнале «ИС» № 4-2019 изложены основные положения переданного НП «АВОК» в Минстрой и Минэкономразвития России письма № И-35/4 от 23.07.2019 с предложениями в развитие Федерального закона «О внесении изменений в ФЗ № 261 ... по изменению действующих нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации и федеральных органов исполнительной власти, указанных в Перечне, приведенном в проекте этого закона, в части повышения энергетической эффективности и установления класса энергоэффективности зданий». В том числе даны предложения по дополнению раздела 10¹ в «Состав разделов проектной документации и требований

к их содержанию», утвержденном ППРФ № 87 от 16 февраля 2008 года с изменениями от 8 сентября 2017 года; в Приказ Минстроя России от 8 июня 2018 года № 341/пр «О внесении изменений в Требования к составу, содержанию и порядку оформления заключения государственной экспертизы проектной документации ...».

Там же даны предложения о внесении уточнений в проект изменений Постановления Правительства РФ от 25.01.2011 № 18 и по изменению и дополнению приказов Минстроя России, реализующих это постановление: № 399/пр от 6 июня 2016 года «О внесении изменений в Правила определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов и общественных зданий и Требования к указателю класса энергетической эффективности»; № 1550 от 17 ноября 2017 года «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий»

и проекту приказа «Об утверждении формы, содержания и порядка заполнения энергетического паспорта многоквартирного дома, общественного здания», для которого в качестве методического пособия предлагается использовать стандарт НОП (ныне НОПРИЗ), по заданию которого НП «АВОК» разработало СТО НОП 2.01-2014 «Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания», прошедший 5-летнюю апробацию, и утвердить это методическое пособие на федеральном уровне.

В настоящей статье, заключительной по данной тематике, предполагается определить с учетом проведенных ранее испытаний и изложенных выше принципов фактическую энергоэффективность жилищного фонда г. Москвы, сложившуюся к концу 2019 года, и рассмотреть два сценария повышения энергетической эффективности жилищного фонда к 2030 году: **инерционный**, реализующий действующий Приказ Минстроя России от 17 ноября 2017 года № 1550, который предусматривает для МКД в новом строительстве до 2033 года оставаться на базовом уровне энергоэффективности, а капитальный ремонт МКД выполнять без их утепления, и **энергоэффективный**, отражающий позицию НП «АВОК» по совершенствованию действующей нормативно-правовой и технической базы для реализации повышения энергоэффективности зданий в России в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 25.01.2011 № 18 в редакции ППРФ от 20.05.2017 № 603 во исполнение Федерального закона № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности».

Энергоэффективный сценарий предусматривает повышение энергоэффективности МКД нового строительства с 2020 года на 25% по сравнению с базовым значением 2003 года, еще на 15% с 2023 года и на 10% с 2028 года, или всего на 50% по сравнению с базовым уровнем согласно требованиям ППРФ № 603 от 20.05.2017. Комплексный капитальный ремонт выполняется с 2020 года ежегодно до 2030 года в объеме 2% от существующего в 2019 году жилищного фонда с утеплением до базового уровня теплозащиты с 2020 по 2022 год и на 40% выше базового уровня с 2023 по 2030 год (приступая к утеплению здания, надо учитывать, что стоимость работ с отделкой поверхностного слоя намного превышает дополнительное увеличение стоимости изолирующего материала).

Построение жилищного баланса Российской Федерации и города Москвы

Результаты построения жилищного баланса заимствованы из опубликованной работы фонда «Институт экономики города» «Мониторинг и оценка ситуации на рынке жилья и ипотечного жилищного кредитования, построение целевых прогнозных показателей развития жилищной сферы до 2030 года».

По утверждению авторов работы построение отчетного жилищного баланса Российской Федерации по данным государственного статистического наблюдения за период 2005–2017 гг. позволило определить следующие «скрытые» от фокуса целевых показателей тенденции развития жилищной сферы:

1) происходит постепенное снижение среднего размера вновь вводимого жилого помещения — с 88,6 кв. м в 2005 году до 69,5 кв. м в 2017 году. Эта тенденция особенно характерна для строительства много-



квартирных домов (снижение с 67,2 до 51,6 кв. м), но не слишком заметна в индивидуальном жилищном строительстве (снижение со 137,8 до 135,6 кв. м);

2) доля индивидуального жилья в жилищном фонде Российской Федерации медленно, но стабильно возрастает (с 29,6% в 2005 году до 32,1% в 2017 году);

3) ежегодное выбытие жилищного фонда к концу этого периода в 2016–2017 гг. находилось на низком уровне — до 0,3–0,4%, что существенно ниже уровня, характерного для стран с развитыми рынками жилья, где ежегодно выводится до 1% имеющегося жилищного фонда. Что касается выбытия жилищного фонда, то в его структуре лишь порядка 70% можно считать физическим выбытием (снос, разрушение), а 30% — выбытие за счет уточнения при инвентаризации;

4) рост объемов жилищного строительства приводит как к росту обеспеченности общей площадью жилья, так и к росту обеспеченности жилыми помещениями, которая составила к 2017 году 449 единиц на 1000 человек населения, что практически соответствует среднему уровню обеспеченности, сложившемуся в странах Европы. При этом обеспеченность общей площадью жилья, хотя и выросла за рассматриваемый период на 23% — до 25,3 кв. м на человека, остается в 1,5 раза ниже, чем в странах Европы.

При построении прогноза национального жилищного баланса авторы ориентировались на целевые индикаторы Государственной программы «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации», утвержденной Постановлением Правительства РФ от 30 декабря

Таблица 1.

Жилищный баланс Российской Федерации на период до 2030 года
(инерционный сценарий) (2013–2017 гг. — данные Росстата, 2020–2030 гг. — прогноз)

Раздел баланса	№	Показатели на конец года	2013	2014	2015	2016	2017	2020	2024	2030
Состояние жилищного фонда	1	Жилищный фонд, млн кв. м	3359	3465	3576	3653	3724	3935	4280	4851
	1.1	в многоквартирных домах	2275	2356	2438	2484	2528	2659	2886	3267
	2	Доля индивидуального жилфонда	32%	32%	32%	32%	32%	32%	33%	33%
	3	Количество жилых единиц, млн	61	63	64	65	66	68	73	81
	3.1	в многоквартирных домах	44	46	47	47	48	50	54	61
	3.2	индивидуальный жилфонд	17	17	17	18	18	18	19	20
Прирост жилищного фонда	4	Ввод жилья, млн кв. м	71	84	85	80	79	98	120	120
	4.1	в многоквартирных домах	40	48	50	48	46	65	80	80
	4.2	доля ИЖС во вводе	44%	43%	41%	40%	42%	34%	33%	33%
	5	Средняя площадь вводимой жилой единицы, кв. м	76	75	71	69	69	66	65	65
	5.1	в многоквартирных домах	57	56	54	53	52	52	52	52
	5.2	индивидуальный жилфонд	135	135	130	127	136	135	135	135
	6	Ввод жилых единиц, млн	0,93	1,12	1,20	1,16	1,13	1,49	1,83	1,83
	6.1	в многоквартирных домах	0,70	0,86	0,92	0,91	0,89	1,25	1,54	1,54
	6.2	индивидуальный жилфонд	0,23	0,27	0,27	0,25	0,24	0,25	0,30	0,30
	7	Выбытие жилья, % от жилфонда	0,6	0,7	0,4	0,3	0,4	0,48	0,54	0,54
Выбытие жилищного фонда	8	Выбытие жилья, млн кв. м	20	24	15	12	16	19	23	26
	8.1	в многоквартирных домах	11	14	9	7	9	13	15	17
	8.2	индивидуальный жилфонд	9	10	6	5	7	6	8	9
	9	Средняя площадь выбываемой жилой единицы, кв. м	118	92	100	60	70	42	44	43
	10	Выбытие жилых единиц, млн	0,17	0,26	0,15	0,20	0,23	0,45	0,52	0,61
	10.1	в многоквартирных домах	0,14	0,19	0,09	0,12	0,12	0,34	0,40	0,46
	10.2	индивидуальный жилфонд	0,03	0,07	0,06	0,08	0,11	0,11	0,12	0,15
Кв. м/человек	11	Численность населения, млн чел.	143,3	143,7	146,3	146,6	146,8	146,9	145,8	142,6
	12	Обеспеченность жильем, кв. м/чел.	23,4	24,1	24,5	24,9	25,3	26,6	28,5	34,0

Примечание. Как показывают расчеты в рамках модели жилищного баланса, значение показателя выбытия жилищного фонда, публикуемого Росстатом как «снос по ветхости и аварийности», не совпадает с расчетным значением этого показателя, полученного путем определения разницы между вводом жилья за отчетный год и приростом жилищного фонда за этот же год из-за выбытия по инвентаризации — в результате разрушения при стихийных бедствиях либо перевода жилых помещений в нежилые. В связи с этим при прогнозировании показателя выбытия жилищного фонда в инерционном сценарии используется значение показателя, официально публикуемого Росстатом, на последний отчетный год (2017 год), при этом на прогнозируемый период площадь жилищного фонда на конец года определяется как площадь жилищного фонда на конец предыдущего года, увеличенная на объем ввода жилья и уменьшенная на объем выбытия жилья по всем показателям.

2017 года № 1710, Национального проекта «Жилье и городская среда», утвержденным президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 года № 16) и на Проект «Стратегия развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года», М. 2015:

— увеличение объемов ввода жилья до 100 млн кв. м в год к 2020 году и до 120 млн кв. м к 2024 году;

— увеличение темпов выбытия жилищного фонда в связи со сносом до 0,54% к 2024–2030 гг.;

— установление численности населения в соответствии с низким прогнозом Росстата;

— минимальный средний коэффициент повышения плотности жилой застройки в результате реализации проектов по развитию застроенных территорий принят равным 2,5. Такое значение является оптимальным и позволяет сбалансировать экономические и градостроительные показатели проектов (то есть не создавать избыточной плотности, с одной стороны, и не снижать показатели экономической эффективности — с другой). Например, значение данного по-

казателя обоснованно и используется при реализации программы реновации жилищного фонда в Москве.

В табл. 1 представлен результат построения жилищного баланса для Российской Федерации в соответствии с инерционным сценарием, ориентированным на целевые индикаторы упомянутых выше Государственной программы и Национального проекта.

Инерционный сценарий развития жилищного баланса, представленный в табл. 1, демонстрирует рост жилищной обеспеченности к 2030 году до 34 кв. м общей пло-

Таблица 2.

Жилищный баланс Москвы на период до 2030 года (до 2017 года — данные Росстата, после 2017 года — прогноз фонда «Институт экономики города»)

Раздел баланса	№	Показатели на конец года	2013	2014	2015	2016	2017	2020	2024	2030
Состояние жилищного фонда	1	Жилищный фонд, млн кв. м	232,7	234,4	238,1	241,1	241,6	247,6	267,1	299,2
	1.1	в многоквартирных домах	231,4	227,5	230,7	233,2	232,0	240,3	256,9	284,2
	2	Доля индивидуального жилфонда	0,5%	2,9%	3,1%	3,3%	2,6%	2,9%	3,8%	5,0%
	3	Количество жилых единиц, млн	4,07	4,10	4,14	4,17	4,19	4,25	4,45	4,81
	3.1	в многоквартирных домах	4,07	4,09	4,13	4,16	4,16	4,21	4,41	4,76
Прирост жилищного фонда	4	Ввод жилья, млн кв. м	3,15	3,34	3,92	3,61	3,61	3,61	8,00	10,0
	4.1	в многоквартирных домах	2,83	2,84	3,34	3,08	3,08	3,08	6,81	8,51
	4.2	доля ИЖС в % от ввода	9,9%	14,9%	14,9%	14,9%	14,9%	14,9%	15,0%	15,0%
	5	Средняя площадь вводимой жилой единицы, кв. м	68,2	74,3	74,4	74,5	73,1	74,3	74,7	75,4
	5.1	в многоквартирных домах	67,8	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5
	5.2	индивидуальный жилфонд	133	134	135	135	130	134	130	130
	6	Ввод жилых единиц, млн	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,11	0,13
	6.1	в многоквартирных домах	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,10	0,12
Выбытие жилищного фонда	7	Выбытие жилья, % от жилфонда	0,14	0,12	0,11	0,24	0,4	0,8	1,0	1,0
	8	Выбытие жилья, млн кв. м	0,33	0,29	0,25	0,58	0,93	1,97	2,62	2,92
	8.1	в многоквартирных домах	0,30	0,25	0,21	0,50	0,79	1,67	2,23	2,49
	8.2	индивидуальный жилфонд	0,03	0,04	0,04	0,08	0,14	0,30	0,39	0,43
	9	Средняя площадь выбываемой жилой единицы, кв. м	41,1	43,4	45,4	47,3	48,6	55,0	55,0	55,0
	10	Выбытие жилых единиц, млн	0,008	0,007	0,006	0,012	0,019	0,036	0,048	0,053
	10.1	в многоквартирных домах	0,008	0,006	0,005	0,011	0,017	0,030	0,040	0,045
Кв. м / человек	11	Численность населения, млн чел.	11 980	12 108	12 198	12 330	12 507	12 792	13 267	13 742
	12	Обеспеченность жильем, кв. м/чел.	19,4	19,4	19,5	19,6	19,3	19,4	20,1	21,8

щади жилья на человека (рост на 34% по сравнению с 2017 годом).

В качестве примера городского жилищного баланса был рассчитан жилищный баланс города федерального значения Москва (табл. 2). При прогнозировании жилищного баланса Москвы были использованы те же предпосылки, что и при построении прогноза жилищного баланса Российской Федерации с учетом сохранения на прогнозируемый период сложившейся в Москве доли ИЖФ во вводе жилья.

Как видно из табл. 2, несмотря на рост объемов жилищного строительства в Москве с 2017 по 2030 гг. с 3,6 млн кв. м в год до 10,0 млн кв. м, то есть в $10/3,6 = 2,8$ раза, он не позволил значительно увеличить жилищную обеспеченность в Москве к 2030 году (около 22 м²/чел.) до уровня среднероссийского показателя — 34 м²/чел., что составляет очень низкое значение, отставая от уже достигнутого показателя развитых стран Европы более чем в 1,5 раза. Такой разрыв, вероятно, свя-

зан с большим объемом выбытия морально устаревшего жилья с принятием программы реновации, которая в свою очередь позволит увеличить плотность застройки выбывающего жилья, что предотвратит разрастание города вширь.

Тем не менее в оценке сценариев повышения энергоэффективности жилищного фонда до 2030 года прогнозные показатели объемов увеличения жилищного фонда приемлем по данным фонда «Институт экономики города».

Энергопотребление жилищного фонда города Москвы на 01.01.2020 г.

В основу расчетов положены результаты фактического измерения расходов тепловой энергии на отопление в 2007 году по всем 9 административным округам г. Москвы в жилых домах типовых серий 1–2-го поколений массового индустриального домостроения (выборка по 10 346 домам строительства 1958–1980 гг. — табл. 3)

и 3-го поколения, построенных в Управе «Марьино» Юго-Восточного административного округа (выборка по 154 домам строительства 1980–2002 гг. — табл. 4).

Данные фактического теплопотребления по каждому дому были переведены в удельные показатели путем деления на площадь квартир в доме и с пересчетом на параметры нормализованного отопительного периода (для удобства сопоставления). При составлении табл. 3 отброшены все показатели менее 150 кВт·ч/м² как недостоверные, исходя из тогдашнего уровня теплозащиты наружных ограждений, и более 250 кВт·ч/м² для зданий в 5 этажей и 230 кВт·ч/м² для зданий в 9 и выше этажей как неправдоподобно избыточного теплопотребления. **В обработке остались 7748 домов из 10 346.** В результате было установлено среднее удельное теплопотребление на отопление за отопительный период: в размере **193 кВт·ч/м² для зданий, построенных до 1980 года.**

Таблица 3.

Фактическое удельное к общей площади квартир без летних помещений теплотребление на отопление за 2007 год жилых домов типовых серий 1-го и 2-го поколений массового индустриального строительства, в кВт·ч/м² в год — в 1-й строке, во 2-й строке количество зданий, включенных в обработку, через дробь — общее количество зданий данной серии

Серия дома	Годы стр-ва	САО	СВАО	ВАО	ЮВАО	ЮАО	ЮЗАО	ЗАО	СЗАО	ЦАО	Средняя по сериям
К-7/5 панель	1959– 1967 гг.	183 91/128	210 100/138	–	–	–	205 36/41	192 12/27	203 46/55	–	199 285/389
II-32/5 панель	1962– 1964 гг.	–	186 8/9	208 24/39	–	–	210 8/15	206 17/21	190 4/5	–	204 61/89
1-510/5 блочный	1958– 1964 гг.	196 128/146	205 79/93	198 160/242	205 47/58	185 50/54	198 162/211	204 29/34	197 88/104	219 16/27	199 759/969
1-511/5 кирпич	1957– 1969 гг.	200 127/155	207 74/103	208 211/278	206 100/145	200 28/33	195 70/87	207 80/94	205 117/139	201 22/40	205 829/1074
1-515/5 панель	1958– 1970 гг.	188 53/65	194 46/49	200 297/372	192 357/422	191 126/140	187 186/219	194 140/163	191 123/133	191 4/5	193 1332/1568
1-515/9 панель	1965– 1980 гг.	171 19/50	169 56/90	180 98/127	–	175 124/157	189 8/13	176 24/32	189 30/41	191 6/7	177 365/517
II-49/9 панель	1962– 1980 гг.	182 90/107	191 181/212	188 203/274	187 111/142	193 193/243	200 78/148	180 30/43	189 74/100	176 4/7	190 964/1276
II-57/9 панель	1965– 1974 гг.	–	185 7/9	184 13/15	–	176 23/25	175 26/34	175 14/23	–	–	178 83/106
II-57/12 панель	1970– 1980 гг.	181 13/15	196 8/10	189 11/14	180 14/20	192 25/30	195 42/61	189 11/18	186 9/11	190 5/7	190 138/186
1605AM/12 панель	1970– 1980 гг.	190 13/21	192 88/102	–	192 27/35	192 71/91	185 4/6	191 10/15	192 12/16	–	192 225/286
II-18/9 блочный	1960– 1968 гг.	188 46/75	198 67/105	193 72/114	186 63/112	193 53/67	199 89/124	204 41/68	194 20/42	186 29/47	194 480/754
II-18-01/12 блочный	1965– 1974 гг.	189 162/246	202 119/179	195 206/320	193 113/186	191 101/124	196 108/125	195 84/126	193 48/72	190 32/45	194 973/1423
II-209A/14 блочный	1965– 1980 гг.	186 55/75	197 96/131	185 106/136	191 29/48	181 85/105	183 44/51	185 58/73	178 24/26	191 19/22	187 516/667
II-68/12 блочный	1970– 1978 гг.	169 7/9	183 13/21	183 19/26	180 25/35	192 36/42	181 75/101	–	193 6/9	199 9/12	184 190/255
II-68/16 блочный	1974– 1995 гг.	176 53/94	179 93/130	183 76/99	178 66/111	178 84/114	181 58/75	184 42/55	179 13/23	202 6/9	180 491/710
1МГ-601/16 карк.-пан.	1974– 1978 гг.	188 9/15	–	191 8/12	–	225 7/11	193 10/11	214 19/24	–	209 4/4	204 57/77

В табл. 4 приводятся данные фактического теплотребления раздельно на отопление и горячее водоснабжение по Управе «Марьино», приведенные к м² площади квартир для жилых домов типовых серий 3-го поколения индустриального домостроения строительства после 1980 года — серий домов, сооружаемых по каталогу индустриальных изделий, а с 2000 года — еще и с повышенной теплозащитой в соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003 (модернизируемые серии 80-х годов). Дома серии II-49, которые также построены в районе Марьино, приведены для примера теплотребления на горячее водоснабжение систем ГВС с низкой гидравлической устойчивостью.

В результате установлено, что средняя величина удельного теплотребления на отопление за

отопительный период домов серии ПЗ0, П46, ПЗ и П44, которыми город стал застраиваться с конца 70-х гг., составила 168 кВт·ч/м² (приведенная к нормализованному отопительному периоду), а серий модернизированных (П44Т, ПЗМ, П46М) — 149 кВт·ч/м², хотя по данным энергетического паспорта проекта удельное теплотребление их должно составлять 90–100 кВт·ч/м². Последнее связано с тем, что при расчете систем отопления модернизируемых серий принимались большие запасы в поверхности нагрева отопительных приборов, которые приводили к перерасходам тепловой энергии, снимаемым жителями излишним проветриванием (термостаты либо были не установлены, либо не справлялись с таким большим перегревом — жители вынуждены бы-

ли открыть форточку прежде, чем сработает термостатическая головка на кране).

Из результатов обработки табл. 4 следует, что средняя величина удельного теплотребления на горячее водоснабжение за год, отнесенного к м² площади квартир, составила для жилых домов строительства до конца 70-х гг. 197 кВт·ч/м², а по домам, сооружаемым по каталогу индустриальных изделий, — 153 кВт·ч/м² из-за применения систем горячего водоснабжения с повышенной гидравлической устойчивостью (один циркуляционный стояк повышенного сопротивления на группу водоразборных стояков). Для зданий модернизированных серий фактическое удельное теплотребление на ГВС еще снизилось до величины 125 кВт·ч/м² вслед-

**Вниманию строителей, проектировщиков,
специалистов сферы ЖКХ!**

1-3 апреля
Волгоград Арена



ВЫСТАВКА

СТРОЙ-ВОЛГА

**БЛАГОУСТРОЙСТВО. КОМФОРТНАЯ СРЕДА
КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ**

(8442) 26-50-34

www.zarexpo.ru

Выставочный центр ЦАРИЦЫНСКАЯ ЯРМАРКА

Таблица 4.

Результаты фактического измерения удельных расходов тепловой энергии на отопление за отопительный период с пересчетом на нормативные параметры $q_{h, \text{н.}}^{\Phi}$ в сравнении с требуемым, рассчитанным по Руководству АВОК-8-2007 $q_{h, \text{н.}}^{\text{des.тр.}}$, и горячее водоснабжение за год $q_{hw, \text{н.}}^{\Phi}$ жилых домов Управы «Марьино» за 2007 год, а также их суммы $q_{h+hw, \text{н.}}^{\Phi}$, в кВт·ч/м² общей площади квартир без летних помещений

Серия дома и годы строительства	К-во зданий	$q_{h, \text{н.}}^{\text{des.тр.}}$ кВт·ч/м ²	$q_{h, \text{н.}}^{\Phi}$ кВт·ч/м ²	$q_{hw, \text{н.}}^{\Phi}$ кВт·ч/м ²	$q_{h+hw, \text{н.}}^{\Phi}$ кВт·ч/м ²
II-49/9, 1979–19 80 гг.	19	–	–	197	–
ПЗ0/12 и 14 1980–1984 гг.	14	180	192	165	337
КОПЭ/18-22, 1988–1998 гг.	20	195	192	123	315
П46/7-14, 1988–1999 гг.	18	188	171	159	330
П46М/4,5, 1995 год	10	211	280	145	425
ПЗ/10-17, 1990–1995 гг.	16	157	150	152	302
П44/16, 1980–1981 гг.	15	189	179	174	353
П44/16*, 1985–1990 гг.	7	167	161	165	326
П44/10-17, 1991–1996 гг.	11	158	146	154	300
П46М/7 и 12, 2001–2002 гг.	8	97	142	135	277
ПЗМ/16,17, 1999 год	4	159	140	165	305
ПЗМ/12-17, 2001–2002 гг.	8	86	142	115	257
П44Т/10-17, 2001–2002 гг.	23	105	156	126	282

ствие оснащения части систем на стадии строительства квартирными водосчетчиками, стимулирующими жителей к экономному расходованию воды.

Суммарное теплоснабжение на отопление и горячее водоснабжение жилых домов по результатам обработки табл. 3 и 4 составит: строительства до 1980 года — 193 + 197 = **390** кВт·ч/м²; с 1980 до 2000 года — 168 + 153 = **321** кВт·ч/м²; с 2000 до 2011 года — 149 + 125 = **274** кВт·ч/м²; с 2011 года крупнопанельные МКД (60% от всех построенных с этого года МКД): 71 + 89 = **160** кВт·ч/м², остальные МКД: 95 + 89 = **184** кВт·ч/м² (по ГВС принято, что водосчетчики во всех квартирах установлены и за счет этого сократилось водопотребление примерно на 40%). Кроме того, в 2008–2010 гг. в Старой Москве был выполнен комплексный капитальный ремонт с утеплением на базовые значения сопротивления теплопередаче наружных ограждений МКД общей площадью квартир 10 млн м², после чего утепление при выполнении капремонта было приостановлено.

Итак, уровень удельного теплопотребления на отопление за отопительный период на 01.01.2020 г. всего жилищного фонда города в объеме 245 млн м² (в том числе 11 млн м² — прирост жилищного фонда в 2012 году за счет присоединения к городу территории Новой Москвы, что составляет: 11/217,7 = 0,05, то есть прибавка 5% к площадям тех периодов, которые принимались до объединения с Новой Москвой), принимая, что: 60·1,05 = 63 млн м² площади квартир застроены домами по каталогу индустриальных изделий и аналогичными по принципам расчета, сооружаемыми по индивидуальным проектам (период с 1980 до 2000 года); 35·1,05 = 37 млн м² модернизированными зданиями с повышенной теплозащитой нового строительства и 10 млн м² после комплексного капитального ремонта с утеплением (период с 2000 по 2010 год включительно); и 20·0,6 = 12 млн м² крупнопанельных МКД с удельным годовым расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию 71 кВт·ч/м², а остальные 8 млн м² с удельным расходом

95 кВт·ч/м² (период с 2011 года до 01.01.2020 г.) составит (оставшиеся дома — это дома, построенные до 1980 года):

$$q_{(\text{от+вент})\text{ж.ф.}}^{\text{год.2019}} = [(245 - 63 - 37 - 10 - 20) \cdot 193 + 63 \cdot 168 + (37+10) \cdot 149 + 8 \cdot 95 + 12 \cdot 71] / 245 = 169 \text{ кВт·ч/м}^2 \text{ в год.}$$

Уровень удельного теплопотребления на отопление и горячее водоснабжение жилищного фонда города к тому же периоду на 01.01.2020 г. будет:

$$q_{(\text{от+вент+гв})\text{ж.ф.}}^{\text{год.2019}} = [(245 - 63 - 37 - 30) \cdot 390 + 63 \cdot 321 + (37+10) \cdot 274 + 8 \cdot 184 + 12 \cdot 160] / 245 = 332 \text{ кВт·ч/м}^2 \text{ в год.}$$

В отношении электропотребления МКД считаем, что предложенная в действующих Правилах, утвержденных ППРФ № 18, оценка энергоэффективности МКД по сумме удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение и электрической энергии на об-

Таблица 5.

Баланс годового энергопотребления 12-этажного МКД с базовым уровнем теплозащиты и в соответствии с требованиями на 2020–2028 гг. в кВт·ч/м² и % (с учетом повышающего коэффициента на электрический кВт·ч, равный 2,0), а также 5–9-этажных домов типовых серий 1-го и 2-го поколений массового индустриального строительства до 1980 года и 12–16-этажных домов 3-го поколения индустриального строительства с 1980 по 2003 гг.

	Тепловая энергия на			Электрическая энергия на		Суммарное годовое энергопотребление	
	отопление	вентиляцию	ГВС	квартиры	общедомовые нужды	без учета НВИЭ	требуемое
Базовое, с 2003 года	28,6 (10%)	55 (19,5%)	102 (36%)	43 [86] (30,3%)	6 [12] (4,2%)	284 (100%)	284
Нормируемое с 01.01.2020 г.	7,7 (3,6%)	55 (25,5%)	61,2 (28,3%)	41,8 [83,6] (38,7%)	4,2 [8,4] (3,9%)	216 (100%)	213
Нормируемое с 01.01.2023 г.	0 (0%)	50,2 (25,2%)	59,3 (30%)	40,3 [80,6] (40,6%)	4,2 [8,4] (4,2%)	198,5 (100%)	170
Нормируемое с 01.01.2028 г.	0 (0%)	41,8 (22%)	57,6 (31%)	39,1 [78,2] (42,5)	4,2 [8,4] (4,5%)	186 (100%)	142
Фактическое до 1980г.	128 (28,4%)	65 (14,4%)	197 (43,7%)	26,2 [52,4] (11,7%)	4 [8] (1,8%)	450 (100%)	450
Фактическое с 1980–2003г.	113 (27%)	55 (13%)	153 (36,6%)	43 [86] (20,4%)	6 [12] (3,0%)	419 (100%)	419

щедомовые нужды недостаточна, чтобы оценить энергопотребление дома в целом по затратам первичной энергии, широко применяемое в европейских странах, потому что из заявленной суммы потребленной МКД энергии исключено потребление электрической энергии непосредственно квартирами на освещение и пользование электроприборами и оборудованием.

Вероятно, оно было исключено из-за сугубо субъективного энергопотребления жителями разных квартир, однако следует заметить, что водопотребление, а за ним и теплотребление на нагрев этой воды настолько же субъективны, как и электропотребление, но квартирное теплотребление на ГВС учитывается в суммарном энергопотреблении дома, а квартирное электропотребление — нет, что не правильно. В СТО НОП 2.1-2014 по результатам исследования, выполненного в Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова и изложенного в Методических рекомендациях по формированию нормативов потребления услуг жилищно-коммунального хозяйства (М. 1999 г.), а также с учетом Приложения Г европейских норм EN ISO 13790:2008 «Энергетическая эффективность зданий. Расчет потребления энергии для отопления и охлаждения» приводится расчет этого показателя, как и методика расчета электропотребления на общедомовые нужды.

В итоге установлено, что в качестве базовых значений потреб-

ности в электрической энергии на внутриквартирные нужды, исключая нагрев горячей воды для горячего водоснабжения, следует принимать удельный (на м² общей площади квартир без летних помещений) годовой расход электроэнергии на освещение и пользование электрическими приборами и кухонным оборудованием при заселенности квартир 20 м²/чел., равное $W_{осв+пр} = 43$ кВт·ч/м² при наличии электрических плит, и 26,2 кВт·ч/м² при газовых плитах, а при заселенности 40 м²/чел. соответственно 27 и 16,4 кВт·ч/м². При промежуточных значениях заселенности определять линейной интерполяцией. Такая запись приводится в примечаниях к новой измененной табл. 2 Приказа Минстроя № 399.

Вместе с расходом электроэнергии, потребляемой квартирами, и на общедомовые нужды, оцениваемым в соответствии с той же табл. 2 приказа при наличии электроплит в квартирах домов, построенных после 1980 года, площадью 120 млн м² в размере $(43 + 6) = 49$ кВт·ч/м² в год, а при их отсутствии в домах, построенных до 1980 года, площадью 125 млн м² в размере $(26,2 + 6) = 32,2$ кВт·ч/м², и базовой заселенности квартир в 20 м²/чел., а также введении повышающего коэффициента 2 на расход электроэнергии при сложении электрического кВт·ч с тепловым суммарный удельный расход конечной энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение всех зда-

ний жилищного фонда г. Москвы за 2019 год составит:

$$q_{(от+вент+гв+эл)ж.ф. \text{ год.2019}} = 332 + (49 \cdot 120 + 32,2 \cdot 125) \cdot 2 / 245 = 413 \text{ кВт·ч/м}^2 \text{ в год.}$$

Примечание. При сложении теплового киловатт-часа и электрического на последний вводится повышающий коэффициент, равный отношению стоимости кВт·ч этих энергий. С 01.01.2019 г. в Москве в домах с газовыми плитами стоимость киловатт-часа (кВт·ч) электроэнергии при одноставочном тарифе составляет 5,47 руб.; цена за отопление — 2318,59 руб. за Гкал. Соотношение стоимости электрического киловатт-часа к тепловому будет: $5,47 / (2318,59 \cdot 10^{-3} \cdot 1,163) = 2,03$, принимаем округленно равным 2,0 (результат — в табл. 5 в квадратных скобках).

Абсолютное энергопотребление города на перечисленные цели за 2019 год будет: $332 \cdot 245 = 81\,340$ ГВт·ч тепловой энергии и $(49 \cdot 120 + 32,2 \cdot 125) = 9905$ ГВт·ч электрической энергии.

Энергопотребление дома — представителя, проектируемого по 2-му сценарию повышения энергоэффективности с 01.01.2020 г.

Для оценки доли каждой составляющей энергетического баланса МКД в федеральных нормах на базовом уровне и нормируемых требований с 2020 года составим табл. 5 баланса годового энергопотребления дома, а затем для нагляд-

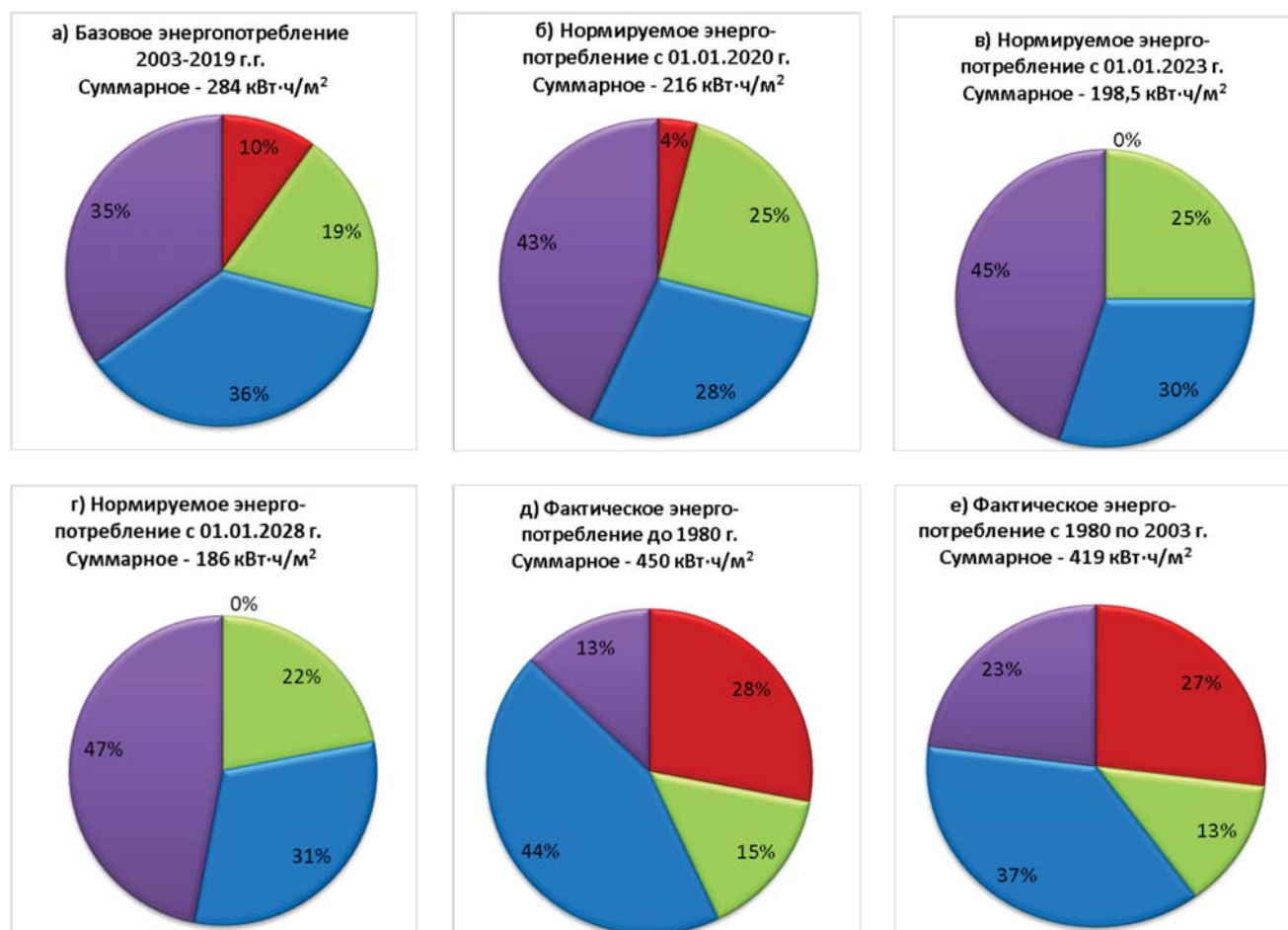


Рис. 1. Диаграмма баланса годового энергопотребления МКД с учетом повышения его энергоэффективности на 25, 40 и 50% по сравнению с базовым уровнем и фактического годового энергопотребления МКД до 1980 года и с 1980 до 2003 года в части расхода тепловой энергии на отопление ■, вентиляцию ■, горячее водоснабжение ■ и электрической энергии ■, потребляемой квартирами, и на общедомовые нужды в % от суммарного энергопотребления за каждый период

ности графическое отражение ее на рис. 1. Базовый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД, строящихся в Москве при ГСОП = 4551 °С·сут. и региональном коэффициенте $K_{\text{пер}} = 0,945$, принимается по позиции 1 и колонке «12 и более этажей» табл. 9 СНиП 23-02-2003 $q_{\text{н}}^{\text{рег}} = 70 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С} \cdot \text{сут.})$ и с учетом пересчета из кДж в Вт·ч составит:

$$q_{\text{от+вент.жил.}}^{\text{год.баз.}} = (70/3600) \cdot 4551 \times 0,945 = 83,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2 \text{ площади квартир.}$$

Примечание. Появление регионального коэффициента связано с пересчетом базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию из кДж/(м²·°С·сут.), приводимого в табл. 9 СНиП 23-02-2003, в кВт·ч/м² для возможности получения суммарного удельного годового расхода энергетических ресурсов. При этом многие, в том числе и авторы Приказа Минстроя № 399

от 06.06.2016 г., ошибочно полагают, что для установления базового или нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД в каком-то регионе надо табличные значения умножать только на ГСОП этого региона. Ошибка заключалась в том, что при этом не учитывается изменение нормируемого сопротивления теплопередаче наружных ограждений (в соответствии с табл. 4 того же СНиП), также зависящего от ГСОП, и меняющееся вследствие этого соотношение составляющих теплового баланса здания. Кроме того, в отличие от теплопотерь, зависящих от разности температур внутреннего и наружного воздуха, бытовые теплопоступления практически постоянны для всех регионов в диапазоне широт 45–60°, что также будет влиять на соотношение составляющих теплового баланса здания, поэтому при умножении значений, представленных в

табл. 9 СНиП 23-02, на ГСОП надо вводить коэффициент, учитывающий данное обстоятельство.

Значения такого регионального коэффициента $k_{\text{пер}}$ были нами найдены (обоснование величин базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий для разных регионов России приведено в «ИС» № 2-2018), он составляет: при ГСОП = 4000 °С·сут. $k_{\text{пер}} = 1$; при ГСОП = 3000 °С·сут. и менее $k_{\text{пер}} = 1,1$; при ГСОП = 5000 °С·сут. и более $k_{\text{пер}} = 0,9$; в диапазоне ГСОП от 3000 до 5000 — значения находятся по линейной интерполяции или по уравнению, приведенному перед примечанием. Исходя из изложенного, в новой табл. 2 измененного Приказа Минстроя России № 399 пересчитаны показатели базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД для каждого региона строительства с соответствующи-

1-3 апреля
/ Волгоград Арена /



Организаторы:



Комитет жилищно-коммунального хозяйства и
топливно-энергетического комплекса Волгоградской области,
ГБУ ВО "Волгоградский центр энергоэффективности",
ВЦ "Царицынская ярмарка"

ВЫСТАВКА

“ЭНЕРГО-VOLGA-2020”

межрегиональный форум

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Выставочный центр

“ЦАРИЦЫНСКАЯ ЯРМАРКА”

Контакты:



valya@zarexpo.ru



www.zarexpo.ru



(8442) 26-50-34

Таблица 6.

Классы энергетической эффективности жилых и общественных зданий (вместо табл. 1 Приказа Минстроя России № 399)

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения значения расчетного (фактического) удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, %
A+++	Очень высокий+++	от -70 и ниже
A++	Очень высокий++	от -60 до -70
с 2028 года A+	Очень высокий+	от -50 до -60
с 2023 года B	Высокий	от -40 до -50
с 2020 года C	Повышенный	от -25 до -40
с 2003 года D	Нормальный	от 0 до -25
с 1995 года E	Пониженный	от +35 до 0
с 1980 года F	Низкий	от +70 до +35
до 1980 года G	Очень низкий	выше +70

ми значениями градусо-суток отопительного периода, основываясь на табл. 9 СНиП 23-02.

Кроме того, по равномерному характеру изменения в этой таблице базовых показателей в зависимости от этажности здания можно судить, будто бы все многоквартирные дома запроектированы с современным решением чердачного пространства в виде сборной камеры удаляемого вытяжной вентиляцией воздуха с выбросом его наружу через вытяжную шахту (так называемый «теплый чердак»). Такие дома на 5–7% потребляют меньше теплоты, чем дома с совмещенным бесчердачным покрытием. Но такое решение применяют только для домов с 7 этажами и выше. Поэтому показатели табл. 9 СНиП для домов этажностью 6 и менее должны быть пересчитаны с учетом этого обстоятельства. Одновременно отметим, что по сравнению с табл. 9 сочли целесообразным включить 2-этажные секционные многоквартирные дома, широко распространенные в малых городах, показатели по которым нет в табл. 9 СНиП 23-02.2003.

Нормируемый с 2020 года удельный годовой расход тепловой энергии на ОВ с учетом 25%-ного снижения энергопотребления будет $83,6 \cdot (1 - 0,25) = 62,7$ кВт·ч/м².

Предварительно разобьем удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания на его составляющие, приняв расчетный воздухообмен в соответствии с СП 60.13330.2012 на одного жителя 30 м³/ч или при принятой расчетной заселенности 20 м² общей площади квартиры на человека — $30/20 = 1,5$ м³/(ч·м²). Тогда расход тепло-

вой энергии на нагрев такого количества наружного воздуха для вентиляции составит:

$$q_{\text{вент. год. баз}} = 0,28 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 4551 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 55 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2 \text{ в год.}$$

Соответственно базовый удельный расход тепловой энергии на отопление как разность теплопотерь через наружные ограждения и внутренних теплопоступлений будет:

$$q_{\text{от. год. баз}} = q_{\text{от+вент. год. баз}} - q_{\text{вент. год. баз}} = 83,6 - 55 = 28,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2 \text{ в год.}$$

А с 2020 года, учитывая, что расход тепловой энергии на нагрев наружного воздуха для вентиляции остается в том же объеме, но теплозащита наружных ограждений повысится, нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление значительно снизится и будет:

$$q_{\text{от. год. 2020}} = 62,7 - 55 = 7,7 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2 \text{ в год.}$$

Соответственно на 2-м этапе снижения энергопотребления строящихся зданий на 40% по отношению к базовому уровню нормируемый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию составит:

$$q_{\text{от+вент. жил. год. 2025}} = 83,6 \cdot (1 - 0,4) = 50,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2;$$

а на 3-м этапе снижения энергопотребления строящихся зданий на 50%:

$$q_{\text{от+вент. жил. год. 2030}} = 83,6 \cdot (1 - 0,5) = 41,8 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2.$$

Соответственно расход тепловой энергии на нагрев наружного воздуха для вентиляции, покрываемый системой отопления, на 2-м и 3-м этапах будет уже не 55 кВт·ч/м² в год, а 50,2 и 41,8 кВт·ч/м².

Удельное базовое теплопотребление на горячее водоснабжение принято 102 кВт·ч/м² в год, нормируемое после 01.01.2020 г. — с учетом наличия во всех квартирах водосчетчиков и оплаты счетов по их показаниям: $102 \cdot (1 - 0,4) = 61,2$ кВт·ч/м², уменьшаемое на 3% за каждые последующие 5 лет с 01.01.2020 г.

Электропотребление квартирами с электроплитами (при норме заселения квартир 20 м² на человека) — 43 кВт·ч/м² в год, уменьшаемое на 3% за каждые последующие 5 лет после 01.01.2020 г. за счет повышения энергоэффективности используемого электрооборудования и бытовых электроприборов; на общедомовые нужды без энергосбережения — 6 кВт·ч/м², с энергосбережением — 4,2 кВт·ч/м².

Из табл. 5 и рис. 1 следует, что если на первом этапе снижения энергопотребления строящихся и капитально ремонтируемых МКД удельный годовой расход тепловой энергии на их отопление и вентиляцию практически обеспечивается за счет дополнительного утепления наружной оболочки здания и осуществления автоматического регулирования подачи теплоты в систему отопления по оптимальным графикам (разница между требуемым и обеспечиваемым от системы отопления расходами не превышает: $(216 - 213) \cdot 100 / 213 = 1,4\%$, то на 2-м и 3-м этапах (с 2023 и 2028 года) разница составит 17 и 31%, что

Таблица 7.

Базовый удельный годовой расход энергетических ресурсов в многоквартирном доме, отражающий суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на электроснабжение в части расхода электрической энергии в квартирах и на общедомовые нужды, кВт·ч/м² (вместо табл.2 приказа Минстроя России № 399)

Наименование показателя	°С·сут. отопит. периода	Этажность многоквартирного дома					
		2 эт.	4 эт.	6 эт.	8 эт.	10 эт.	≥12 эт.
Удельный суммарный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды	2000	219	207	212	207	205	203
	3000	238	221	223	217	213	211
	4000	259	237	239	231	227	225
	5000	274	251	251	242	237	235
	6000	301	273	271	261	255	252
	8000	358	320	316	302	294	290
	10000	412	365	357	340	330	326
в том числе тепловой энергии на отопление и вентиляцию	2000	66	54	51	46	44	43
	3000	99	82	76	70	66	64
	4000	120	99	92	84	80	78
	5000	135	111	104	95	90	88
	6000	162	134	124	114	108	105
	8000	216	178	166	152	144	140
	10 000	270	223	207	190	180	176

Примечания.

1. Базовый удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение принимается в соответствии с СП 30.13330 для заселенности 20 м² площади квартир и зависит от климатического района как по водопотреблению, так и по длительности отопительного периода, с отнесением к градусо-суткам нормализованного отопительного периода: при ГСОП = 2000 °С·сут. равен 149 кВт·ч/м², ГСОП = 3000–6000 °С·сут. равен 135 кВт·ч/м² и ГСОП = 8000–10000 °С·сут. равен 138 кВт·ч/м² (учтено в показателях).

2. Базовый удельный годовой расход электрической энергии на общедомовые нужды равен 6 кВт·ч/м² площади квартир для зданий выше 5 этажей и 2 кВт·ч/м² для зданий 5 этажей и ниже (из-за отсутствия лифтов), принимается с повышающим в 2 раза коэффициентом пересчета электрического киловатт-часа в тепловой (учтен в показателях).

3. Базовый удельный (на м² общей площади квартир без летних помещений) годовой расход электроэнергии на освещение и пользование электрическими приборами и кухонным оборудованием, равный при заселенности квартир 20 м²/чел. 43 кВт·ч/м² при наличии электрических плит и 26,2 кВт·ч/м² при газовых плитах, а при заселенности 40 м²/чел. соответственно 27 кВт·ч/м² и 16,4 кВт·ч/м². При промежуточных значениях заселенности определять линейной интерполяцией. Полученные величины умножаются на повышающий в 2 раза коэффициент пересчета электрического кВт·ч в тепловой и прибавляются к показателям 1-го блока суммарного расхода энергоресурсов.

4. Для многоподъездных МКД с секциями разной этажности при определении значения базового уровня удельного годового расхода энергетических ресурсов этажность усредняется.

5. Промежуточные значения удельного годового расхода энергетических ресурсов определяют методом линейной интерполяции по этажности многоквартирного дома и градусо-суток отопительного периода (далее — ГСОП) за исключением блока расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию: для диапазона ГСОП более 3000 и менее 5000, где показатель базового расхода соответствующей этажности находится умножением этого показателя при ГСОП = 4000 °С·сут. на соотношение искомого значения ГСОП к 4000 и на региональный коэффициент $K_{пер}$, равный 1,0 при ГСОП = 4000, пропорционально уменьшающийся до $K_{пер} = 0,9$ при ГСОП = 5000 °С·сут. и увеличивающийся до $K_{пер} = 1,1$ при ГСОП = 3000 °С·сут.

6. Для регионов, имеющих значение ГСОП = 8000 °С·сут. и более, допускается повышение базовых значений на 5%.

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 нор-

ма 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

и солнечных коллекторов, в том числе для нагрева горячей воды в системе горячего водоснабжения, или солнечных фотоэлектрических панелей для выработки электроэнергии.

Как показывают последние исследования, реализация энергосберегающих мероприятий в виде дополнительного утепления зданий и оптимизации авторегулирования подачи теплоты на отопление и, воз-

можно, утилизации теплоты вытяжного воздуха для нагрева приточного воздуха или воды на горячее водоснабжение при расчете стоимости жизненного цикла дома, включающего в себя расходы на проектирование, монтаж, последующее обслуживание, эксплуатацию в течение срока службы 30–50 лет до очередного капремонта, экономически оправданно. А без применения технологий НВИЭ невозможно добиться выполнения требований повышения энергоэффективности зданий в области их водо- и электроснабжения. Не следует забывать, что сокращение энергопотребления зданием снижает количество топлива, сжигаемого для его производства, и соответственно выбросы углекислого газа в атмосферу, что особенно актуально согласно резолюции только что прошедшего мирового форума по климатизации.

Изменение таблиц Приказа Министра России № 399

Изменения должны коснуться и таблицы классов энергетической эффективности (табл. 6 настоящей статьи и табл. 1 Приказа № 399). Помимо того, что теперь эта таблица будет относиться не только к многоквартирным домам, но и к общественным зданиям, следует изменить и ее содержание. В связи с тем, что настоящими изменениями к Постановлению Правительства РФ № 18 требования энергетической эффективности должны предусматривать уменьшение показателей, характеризующих удельную величину годового расхода энергетических ресурсов, для вновь создаваемых зданий с 1 января 2020 года — не менее чем на 25% по отношению к базовому уровню, а согласно ППРФ № 603 с 1 января 2023 года — не менее чем на 40% и с 1 января 2028 года — не менее чем на 50% по отношению к тому же базовому уровню; а по Постановлению Правительства РФ № 18, в соответствии с которым издавался Приказ Министра № 399, эта градация была ниже — соответственно 15, 30 и 40%, следует пересмотреть заданный диапазон отклонения значений расчетного (фактического) удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня.

В противном случае, чтобы перейти, например, из нормального класса в повышенный, достаточно было 15%-ного снижения рассчитанного

удельного годового расхода теплоты на отопление и вентиляцию МКД, но тогда не будет выполнено задание о 25%-ном снижении этого расхода. Так, для класса нормального D диапазон отклонений должен быть от 0 до –25%, для класса повышенного С — от –25 до –40%, для класса высокого В — от –40 до –50%, для класса очень высокого А+ — от –50 до –60%, для класса А++ — от –60 до –70%, для класса А+++ — от –70% и ниже. По результатам фактических измерений МКД, подлежащих капитальному ремонту (построенных до 1980 года) следует расширить пределы отклонений низких классов: 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 № 399, то при указании, что капитальному ремонту подлежат все здания класса энергоэффективности G, под него подпадут все здания, построенные до 1980 года.

Ниже приводятся предлагаемые измененные редакции табл. 1 и 2 Приказа Министра № 399, обозначаемые в данной статье под № 6 и № 7.

Энергопотребление ЖФ по 1-му, инерционному, сценарию на 31.12.2030 г.

Судя по табл. 2, жилищный фонд Москвы с 01.01.2020 г. до 31.12.2030 г. увеличится на $299,2 - 245,0 = 54,2$ млн м²;

будет введено жилой площади за этот срок:

$$[(3,61 + 8,0)/2] \cdot 5 + [(8 + 10)/2] \cdot 6 = 83,0 \text{ млн м}^2;$$

соответственно будет выведено из жилищного фонда по разным причинам:

$$83,0 - 54,2 = 28,8 \text{ млн м}^2.$$

Суммарный удельный годовой расход энергоресурсов, потребляемый введенными зданиями за указанный период в 11 лет с учетом того, что их проектирование выполнено на соответствие базовому уровню энергоэффективности, составляет согласно табл. 5 (1-я строка) $284 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ в год.

Суммарный удельный годовой расход энергоресурсов вместе с расходом электроэнергии квартирами и на общедомовые нуж-

ды, потребляемый выведенными зданиями за тот же период, находящимися в эксплуатации ранее 1980 года, будет: $390 + 32,2 \cdot 2 = 454,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ в год.

Тогда прогнозируемое по 1-му сценарию абсолютное энергопотребление города на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение всех зданий жилищного фонда г. Москвы за 2030 год составит:

$$433 \cdot 245 + 284 \cdot 83 - 454,4 \cdot 28,8 = 116 \, 570 \text{ ГВт} \cdot \text{ч в год},$$

а суммарный удельный годовой расход конечной энергии на эти цели всех зданий жилищного фонда г. Москвы за 2030 год составит:

$$q_{(\text{от}+\text{вент}+\text{гв}+\text{эл})\text{ж.ф.}}^{\text{год.2030, 1 сценарий}} = 116 \, 570 / 299,2 = 389,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2 \text{ в год}.$$

Энергопотребление ЖФ по 2-му, энергоэффективному, сценарию на 31.12.2030 г.

Как следует из формулировки 2-го сценария, он предусматривает повышение энергоэффективности жилых домов нового строительства с 2020 года на 25% по сравнению с базовым значением 2003 года, еще на 15% с 2023 года и на 10% с 2028 года. Соответственно, за этот 11-летний период до конца 2030 года объем вводимых домов должен быть разбит на временные периоды с 2020 до 2022 года, за который построено 12,6 млн м², с 2023 до 2027 года — построено 40,4 млн м² и с 2028 по 2030 года включительно — 30 млн м² площади квартир МКД.

Ожидаемое годовое удельное энергопотребление МКД, построенных в 1-й период повышения энергоэффективности, на 25% с суммарным удельным годовым энергопотреблением $213 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ в год (табл. 5, 2-я строка) составит $213 \cdot 12,6 \cdot 10^6 = 2684 \text{ ГВт} \cdot \text{ч}$ в год, в том числе за счет применения нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ): $(216 - 213) \cdot 12,6 \cdot 10^6 = 38 \text{ ГВт} \cdot \text{ч}$ в год.

Годовое энергопотребление за 2-й период повышения энергоэффективности на 40% с суммарным удельным годовым энергопотреблением $170 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ в год (табл. 5, 3-я строка) составит $170 \cdot 40,4 \cdot 10^6 = 6868 \text{ ГВт} \cdot \text{ч}$ в год, в том числе за счет применения НВИЭ: $(198,5 - 170) \cdot 40,4 \cdot 10^6 = 1151 \text{ ГВт} \cdot \text{ч}$ в год.

Годовое энергопотребление за 3-й период повышения энергоэффективности на 50% с суммарным удельным годовым энергопотреблением 142 кВт·ч/м² в год (табл. 5, 4-я строка) составит $142 \cdot 30 \cdot 10^6 = 4260$ ГВт·ч в год, в том числе за счет применения НВИЭ: $(186 - 142) \cdot 30 \cdot 10^6 = 1320$ ГВт·ч в год.

Итого, годовое энергопотребление вводимых с 2020 по 2030 гг. МКД в Москве по 2-му сценарию составит: $2684 + 6868 + 4260 = 13\,812$ ГВт·ч в год. Доля энергопотребления, покрываемая за счет применения НВИЭ, составила: $(38 + 1151 + 1320) \cdot 100 / 13812 = 18\%$ от годового энергопотребления вводимых за этот период МКД.

Согласно 2-му сценарию в отношении комплексного капитального ремонта (с ежегодным объемом в 2% от жилищного фонда города, достигнутого в 2019 году: $0,02 \cdot 245 = 4,9$ млн м² площади квартир) ожидаемое среднегодовое удельное энергопотребление 1-го периода утепления наружных ограждений до базового значения (2020–2022 гг.) составит: $284 \cdot 4,9 \cdot 3 \cdot 10^6 = 4175$ ГВт·ч в год. То же для 2-го периода утепления наружных ограждений с удельным годовым расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию на 40% ниже базового значения, а энергоресурсов на горячее водоснабжение и электроснабжение квартир и на общедомовые нужды — без учета применения НВИЭ (2023–2030 гг.) составит: $216 \cdot 4,9 \cdot 8 \cdot 10^6 = 8467$ ГВт·ч в год. Итого за 11 лет: $4175 + 8467 = 12\,642$ ГВт·ч в год.

Тогда прогнозируемое по 2-му сценарию абсолютное энергопотребление города на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение всех зданий жилищного фонда г. Москвы за 2030 год составит:

$$413 \cdot 245 + 13\,812 + 12\,642 - 454,4 \cdot (28,8 + 4,9 \cdot 11) = 90\,060 \text{ ГВт·ч в год,}$$

а суммарный удельный годовой расход конечной энергии на эти цели всех зданий жилищного фонда г. Москвы за 2030 год составит:

$$q_{(\text{от+вент+гв+эл})\text{ж.ф.}}^{\text{год.2030, 2 сценарий}} = 90\,060 / 299,2 = 301,0 \text{ кВт·ч/м}^2 \text{ в год.}$$

Или энергетическая эффективность жилищного фонда по 2-му энергоэффективному сценарию окажется на $(389,6 - 301) \cdot 100 / 389,6 = 23\%$ выше 1-го базового сценария.

А насколько потребовалось бы увеличить объем ежегодного комплексного капитального ремонта с 2023 года, чтобы к концу 2030 года утеплить все оставшиеся в жилищном фонде МКД, построенные до 1980 года, за исключением тех зданий, которые по своему архитектурно-историческому значению не подлежат реконструкции и изменению фасадов (это примерно МКД с суммарной площадью квартир около 12 млн м²). К 01.01.2020 г. в жилищном фонде Москвы оставалось зданий, построенных до 1980 года, площадью 125 млн м², из них 10 млн м² были утеплены до базового уровня энергоэффективности в конце 2000-х гг., 28,8 млн м² будут выведены из жилищного фонда в 2020–2030 гг., и $4,9 \cdot 11 = 53,9$ млн м² будут утеплены в составе задания 2-го сценария. Тогда оставшаяся площадь для выполнения дополнительного комплексного капитально-



ИСС
Группа
Компаний

ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ, ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПЕРЕПОДГОТОВКА, СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ КУРСЫ, СЕМИНАРЫ, ПРЕДАТТЕСТАЦИОННАЯ ПОДГОТОВКА И АТТЕСТАЦИЯ

В СЛЕДУЮЩИХ ОБЛАСТЯХ:

- Строительство
- Проектирование
- Инженерные изыскания
- Энергоэффективность
- Реставрация
- Управление ЖКХ
- Подготовка контрактных управляющих
- Подготовка кадастровых инженеров
- Пожарная безопасность
- Пожарно-технический минимум
- Охрана труда
- Промышленная безопасность

НОВОЕ! Кадастровая деятельность - программа профессиональной переподготовки по новым требованиям

Фундаментальные знания

www.insstroy.ru

тел/факс: +7 (812) 449 59 59 | e-mail: info@insstroy.ru

го ремонта с утеплением, за исключением 12 млн м² МКД, не подлежащих утеплению, будет:

$$125 - (10 + 28 + 53,9 + 12) = 21,1 \text{ млн м}^2.$$

Разделив на 8 лет, с 2023 до 2030 года, получаем дополнительный объем капремонта с утеплением в $21,1 / 8 = 2,6$ млн м² в год к предусмотренным во 2-м сценарии 4,9 млн м² в год. Тогда снижение энергопотребления жилищного фонда города будет:

$$90\,060 + 216 \cdot 21,1 - 454,4 \cdot 21,1 = 85\,030 \text{ ГВт·ч в год,}$$

а суммарный удельный годовой расход конечной энергии на эти цели всех зданий жилищного фонда г. Москвы за 2030 год составит:

$$q_{(\text{от+вент+гв+эл})\text{ж.ф.}}^{\text{год.2030, 3-й сценарий}} = 85\,030 / 299,2 = 284,2 \text{ кВт·ч/м}^2 \text{ в год.}$$

Это повышает энергетическую эффективность 2-го сценария с увеличенным объемом комплексного капремонта до 7,5 млн м² в год с 2023 года. (с 2020 по 2022 год включительно капремонт выполняется в объеме 4,9 млн м² ежегодно) на $(389,6 - 284,2) \cdot 100 / 389,6 = 27\%$ по отношению к инерционному базовому сценарию. Все здания, построенные до 1980 года, то есть более 50 лет назад, к концу 2030 года будут капитально отремонтированы, утеплены и архитектурно обновятся. С 2031 года целесообразно нормировать энергетическую эффективность не отдельных жилых зданий, а в целом жилищного фонда города.

ПРОДЛЕНИЕ РЕСУРСА ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕГООЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ВОДОТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООХЛАЖДЕНИЯ

*М. Н. Торопов, к. т. н., заведующий лабораторией
РУТ МИИТ*

*П. П. Бегунов, к. т. н., доцент кафедры «Водоснабжение
и водоотведение» СПГУПС*

Н. В. Васильев, инженер РУТ МИИТ

*А. С. Селиванов, старший преподаватель кафедры
«Теплоэнергетика на железнодорожном транспорте»
РУТ МИИТ*

И. Е. Перков, старший научный сотрудник АО ВНИИЖТ

Рассмотрены проблемы износа систем водотеплоснабжения с учетом коррозионных характеристик водной среды и интенсивности ее накипеобразования на железнодорожных предприятиях РФ. Приведен опыт применения разработанного в РУТ МИИТ энергетического метода водоподготовки (ЭМВ) для улучшения качества воды и проведения экологичной антикоррозионной и антиадгезионной обработки систем водотеплоснабжения. Проанализированы возможности метода для снижения электрохимической, микробиологической, межкристаллитной коррозии, а также продления ресурса эксплуатации и повышения энергоэффективности указанных систем.

Аспекты проблемы износа систем водотеплоснабжения и энергетический метод водоподготовки (ЭМВ) для ее решения

В 2005–2006 гг. износ систем водотеплоснабжения в России составлял, по литературным данным, 60–70% [1] при критическом износе 30%. К 2010 году при сохранении этой тенденции ожидался выход из строя 2/3 всех существующих трубопроводов. О том, что происходит на сегодняшний день, можно судить по официальным данным, например, в Тульской области.

Износ сетей в ней составляет 85–89%. 80% труб не менялись десятилетиями. Отсутствие водоподготовки, превышение ПДК по железу, жесткости, сухому остатку, стабильному стронцию. Более 43% жителей области не получа-

ют воду надлежащего качества. К этому стоит добавить загрязнение воздуха, в том числе и объектами теплоэнергетики.

Эти проблемы пытаются решить в рамках государственных программ путем замены трубопроводов и оборудования на новые, в том числе активно применяя пластик. Но при этом коррозионность и интенсивность накипеобразования используемой водной среды останутся прежними, т. е. превышающими нормативные показатели.

Распространяя наши технологии практически по всей стране, в частности, на котлах, тепловых сетях, водопроводах, системах водотеплоснабжения и калориферных ветвях внутрироссийских и международных вагонов (рис. 1–2), мы убедились в вышесказанном.

Так, скорость коррозии на некоторых объектах превышала аварийные значения (0,2 мм в год) в 1,3–8,0 раза (рис. 3), интенсивность накипеобразования — в 2–6 раз (рис. 4). Толщина отложений варьировалась от 2 до 12 и более мм.

В связи с этим любая замена трубопроводов и оборудования без проведения антикоррозионной и антиадгезионной обработки водной среды будет вряд ли эффективна, да и средств на выполнение всего колоссального объема работ вряд ли хватит.

Пластик, по мнению японских инженеров, имеющих большой опыт по его применению, будет в 3–3,5 раза дороже стали [2]. Стоимость оценивается соотношением стоимости одного килограмма материала к величине его удельной прочности. Характерный вид разрушений пластмассовых конструкций представлен на рис. 5. Некоторые сравнительные характеристики трубопроводов из черных металлов и пластика — в табл. 1.

Обращает на себя внимание довольно высокая интенсивность биообрастания пластика [3]. Работа с пластмассовыми конструкциями, мы столкнулись и с биокоррозией, когда вследствие жизнедеятельности железистых бактерий (типа *Gallionella*) в воде резко увеличивается содержание железа. Обработка нами пластиковых трубопроводов с применением ЭМВ показала, что pH после обработки возрастает более 7,0, а остаточное железо с 2,14 уменьшается до 0,03 мг/л в течение года.

Таким образом, для решения проблемы износа сетей и оборудования необходимо уменьшить коррозионность и интенсивность накипеобразования и продлить ресурс стальных и чугунных труб, опираясь на перспективные отечественные технологии.

В 90-х годах прошлого века учеными-железнодорожниками разработан и внедрен на территории России энергетический метод водоподготовки (ЭМВ) [4]. Суть метода состоит в введении в систему одним циклом на срок до 7 лет химически нейтральных составов, разрешенных для применения в питьевой воде и прошедших активацию в зависимости от состояния объекта (водно-химический режим — ВХР, коррозионность среды, степень износа). Электри-



Рис. 1. Объекты теплоснабжения ОАО «ФПК», обработанные в 2010–2018 гг.

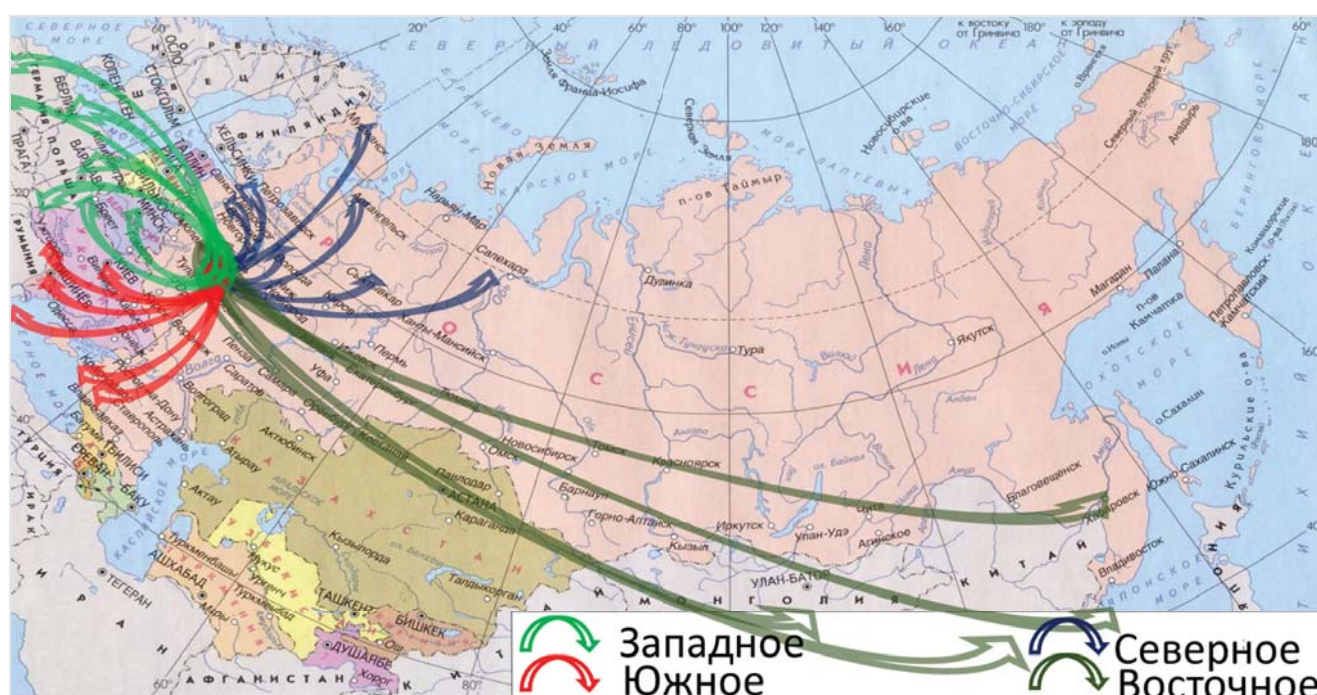


Рис. 2. Направления движения пассажирских вагонов, системы водотеплоснабжения которых обработаны в 2004–2013 гг. ЭМВ

Таблица 1.

Некоторые сравнительные характеристики трубопроводов из черных металлов и пластмассы

Параметры Материал	Отношение стоимости 1 кг материала к его удельной прочности [2], йены	Интенсивность биообрастаний [3], мг/см ² /100 час	Стойкость материала к хлорированию	Экологическая безопасность материала
Черный металл	0,9	40±3,0	Стоек	Инертен
Пластмасса	3,5	25±5,0	Не стоек	Может выделять вредные вещества

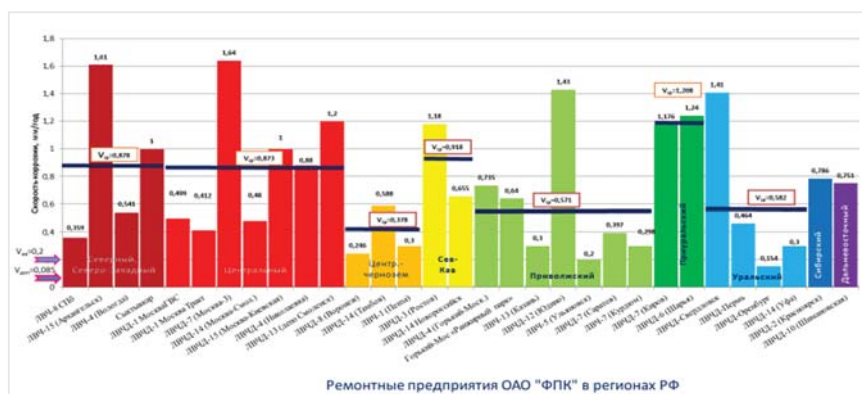


Рис. 3. Данные по коррозионной агрессивности воды в водозаборах ремонтных предприятий ОАО «ФПК» в регионах России

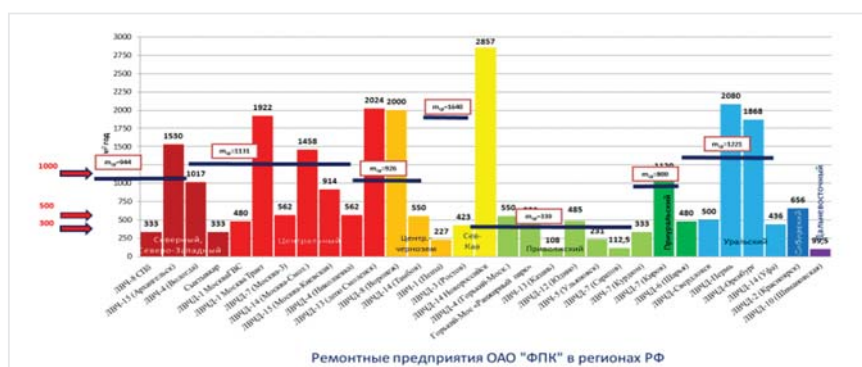


Рис. 4. Данные по интенсивности накипеобразования воды в водозаборах ремонтных предприятий ОАО «ФПК» в регионах России

ческое поле природных веществ, входящих в составы, накладывается на двойной электрический слой границы фаз (жидкость — поверхность), меняя направленность физико-химических процессов на границе раздела. Указанные задачи выполняются экологично, с улучшением качества воды в рамках соблюдения санитарных норм без нарушения целостности материалов и превышения ПДК в сточных водах в рамках единой технологии. Обработано более 1000 км тепловых и водопроводных сетей, более 200 водяных и

паровых котлов, систем водотеплоснабжения и калориферных ветвей 1500 пассажирских вагонов (рис. 6) внутрироссийского и международного сообщений, системы охлаждения дизелей локомотивов, судов и промышленного оборудования. Никаким другим образом качественно, с получением положительных экономических и экологических показателей, выполнить указанные задачи в рамках единой технологии не представляется возможным.

С некоторыми результатами применения технологии можно позна-

комиться по материалам нашей статьи в журнале «Инженерные системы» [4]. Приведем только несколько характерных примеров.

Так, на рис. 7 представлены результаты применения ЭМВ на паровом котле. Полученный результат достигнут при одноразовой обработке, рассчитанной на срок 5–7 лет. Защита от накипно-коррозионных отложений может быть осуществлена на весь срок эксплуатации оборудования и трубопроводов путем последовательных обработок, проводимых с целью приближения фактических параметров ВХР среды к требованиям нормативных документов.

Динамика изменения скорости коррозии на тепловых сетях ОАО «РЖД» в результате обработки представлена на рис. 8. В результате кратного уменьшения скорости коррозии можно увеличить ресурс эксплуатации стальных труб до 50–70 лет. По сравнению с другими используемыми методами [5] обеспечивается обработка всего контура трубопроводов вместе со сварными стыками. При этом не изменяется размер проходного сечения, а образующееся тонкое и прочное покрытие, работающее и при малоцикловых нагрузках, обладает высокими антикоррозионными и антиадгезионными свойствами. Его теплопроводность сопоставима с теплопроводностью основного материала трубы.

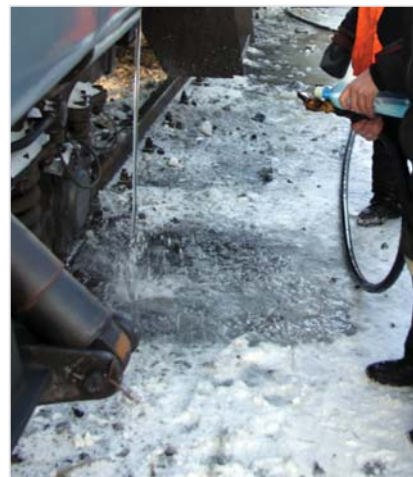
На рис. 9 приведены данные по экономии теплоты в результате обработки. Такие результаты получены за счет уменьшения температуры теплоносителя в обратных сетях. По литератур-



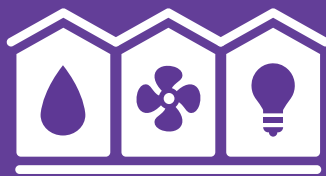
Рис. 5. Образование «отдулин» (указано стрелкой) на поверхности трубопроводов после двух лет эксплуатации. На этом месте произойдет разрушение конструкции



Рис. 6. Поточная обработка систем водотеплоснабжения пассажирских вагонов в эксплуатационном депо



18–20 МАРТА 2020



ЖКХ РОССИИ

XVI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА



ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ЖИЛИЩНОГО ФОНДА.
КАПИТАЛЬНЫЙ
И ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ



ВНУТРИДОМОВЫЕ
ИНЖЕНЕРНЫЕ
СИСТЕМЫ



СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ
И ОБОРУДОВАНИЕ



СИСТЕМЫ
КОММУНИКАЦИИ,
БЕЗОПАСНОСТИ
И КОНТРОЛЯ



АВТОМАТИЗАЦИЯ
И ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ



SMARTCITY
ИННОВАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
КОМФОРТНАЯ
ГОРОДСКАЯ СРЕДА



ЭНЕРГО- И РЕСУРСО-
СБЕРЕГАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ



БЛАГОУСТРОЙСТВО
ГОРОДСКИХ
И ПРИДОМОВЫХ
ТЕРРИТОРИЙ



КОММУНАЛЬНАЯ
ТЕХНИКА



ВОДОСНАБЖЕНИЕ
ВОДООТВЕДЕНИЕ
ПОДГОТОВКА
И ОЧИСТКА ВОДЫ



УПРАВЛЕНИЕ
ОТХОДАМИ



РЕСТАВРАЦИЯ
И СОХРАНЕНИЕ ОБЪЕКТОВ
КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

6+

ВЫСТАВОЧНАЯ ПРОГРАММА | КОНГРЕССНАЯ ПРОГРАММА БИРЖА ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ

ОРГАНИЗАТОР

EXPOFORUM

ПАРТНЕРЫ



ГАЗПРОМБАНК
«Газпромбанк» (акционерное общество)

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
МЕДИАПАРТНЕР

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ТЕЛЕКАНАЛ



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ

ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

ТЕЛ./ФАКС: +7 (812) 240 40 40 (доб. 2416, 2112)

GKH.EXPOFORUM.RU



Без химводоподготовки
Через 8 месяцев после ЭМВ
Рис. 7. Результаты применения ЭМВ на паровом котле

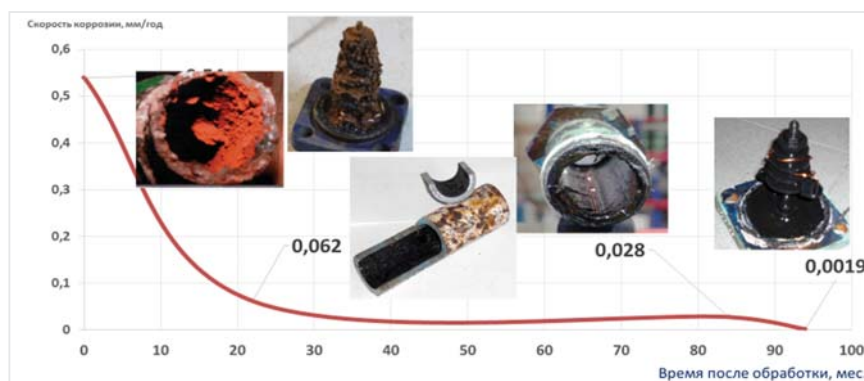


Рис. 8. Кратное уменьшение скорости коррозии в тепловых сетях РЖД в результате применения ЭМВ (в 285 раз)

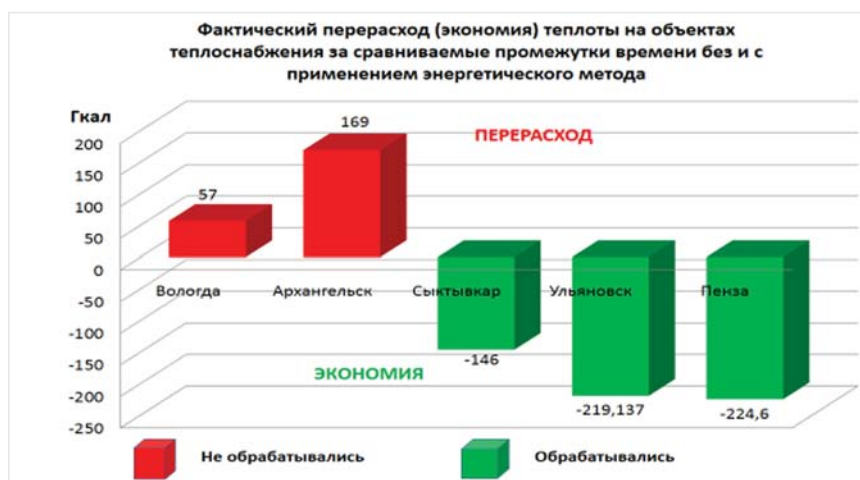


Рис. 9. Данные по экономии теплоты в результате обработки

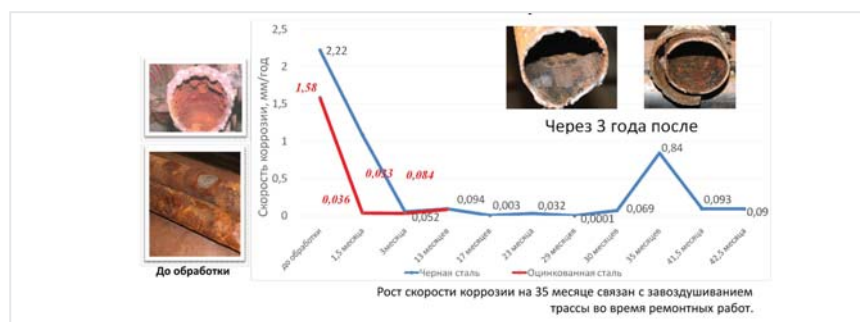


Рис. 10. Динамика изменения скорости коррозии и внешнего вида трубопроводов после обработки систем энергетическим методом и их эксплуатации

ным данным, эти показатели находятся в соответствии с нормами только у 17% потребителей [6].

На рис. 10 приведен пример применения метода на изношенных сетях. Возможна замена 2/3 сильно изношенных трубопроводов после обработки на новые. При этом электрический потенциал с обработанных участков переносится на замененные.

Несмотря на исходное состояние тепловых сетей, в результате резкого уменьшения скорости коррозии после ЭМВ не было отмечено ни одной аварии за весь срок наблюдений (7 лет).

Во всех случаях параметры ВХР, коррозионность и интенсивность накипеобразования приведены в соответствии с нормативным документам. Значительно снижены скорость коррозии (в 40–280 раз), затраты ТЭР (9–20%), теплоты (10–15%). Значительно продлен ресурс эксплуатации.

Также наблюдалось уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу в 1,5–2,5 раза и кратное уменьшение содержания вредных компонентов в сточных водах. О важности этих факторов свидетельствует утвержденная государственная программа «Охрана окружающей среды на период до 2030 года» [8].

ЭМВ для уменьшения процессов электрохимической и микробиологической коррозии

При изучении коррозионных процессов в тепловых сетях и в системах охлаждения дизелей тепловозов (рис. 11) отмечено два вида коррозии: электрохимическая, о снижении скорости которой мы уже говорили, и микробиологическая, обусловленная жизнедеятельностью так называемых железистых бактерий, в том числе типа *Gallionella*. О том, что эти бактерии жизнеспособны до $t = 80-85^\circ\text{C}$, свидетельствуют работы специалистов Института микробиологии РАН [9, 10]. Бактерии заведомо присутствуют как в тепловых сетях, так и в системах водяного охлаждения дизелей тепловозов.

Поперечный разрез бугорка биоржавчины представлен на рис. 12. Он состоит из налета живых бактерий и продуктов их жизнедеятельности (довольно прочных). Биоржавчина значительно уменьшает теплоотдачу материала. Создаются идеальные условия для развития



Рис. 11. Тепловоз типа ТГМ4



Рис. 12. Размытие «колпаков» микробиологической коррозии в результате применения ЭМВ

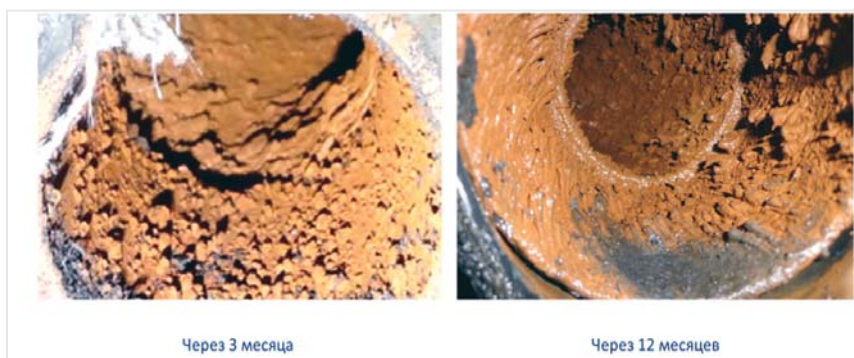


Рис. 13. Сравнительное состояние трубы подачи воды от дизеля к радиаторам через 3 и 12 месяцев после обработки

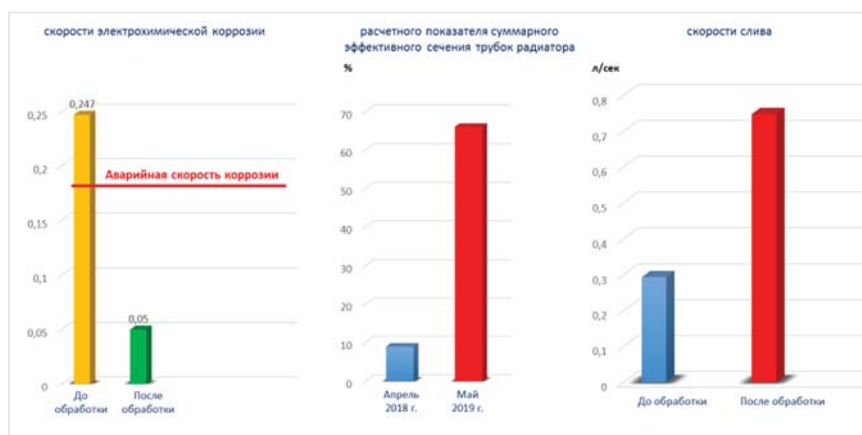


Рис. 14. Динамика изменения технических параметров системы охлаждения дизеля тепловоза в результате обработки



Рис. 15. Общий вид маслоохладителя после обработки, гидравлической промывки и механической очистки



Рис. 16. Состояние системы в местах подключения радиаторов после обработки



Рис. 17. Технологическое оборудование для термохимической подготовки электроизоляционных смол (производство Германии)

под бугорком электрохимической коррозии. Кроме того, возникают термические напряжения, истощаются упруго-пластические свойства материала, и происходит разрушение конструкции.

В результате применения ЭМВ происходит размытие бугорков биоржавчины и образование по поверхности металла защитного слоя. Эффект особенно ощутим при сравнении внешнего вида конструкции до и после обработки — рис. 13. Через 3 месяца после ЭМВ толщина отложений составляла 10–15 мм, через 12 месяцев — 2–5 мм.

Также известно, электрохимическая коррозия устраняется ингибиторами, а микробиологическая — окислителями (хлор и его соединения) [11]. В существующие добавки, применяемые, в частности, в водяных системах локомотивов, вводят ингибиторы, а они усиливают биокоррозию.

О прекращении жизнедеятельности железистых бактерий в результате применения ЭМВ в си-



Рис. 18. Система обессоливания Purotap 500

стемах водоохлаждения дизелей тепловозов свидетельствует кратное уменьшение содержания остаточного Fe с 11,4 до 0,03 мг/л за год, а также результаты микробиологических исследований.

При этом скорость электрохимической коррозии была снижена нами в 4 раза. Скорость слива (что свидетельствует об очистке системы) увеличена с 0,294 до 0,748 л/с. Расчетный показатель суммарного эффективного сечения трубок вырос с 9 до 66%. (рис. 14). Характеристики охлаждающей воды приведены в соответствие нормативам Минтранса. В частности, жесткость после ЭМВ составила 1,2 мг-экв/л при допустимой 2,5 мг-экв/л, содержание взвесей — 0.

Внешний вид маслоохладителя и места крепления радиатора после ЭМВ приведены на рис. 15–16.

ЭМВ для устранения межкристаллической коррозии нержавеющей стали

Рассмотрим довольно-таки сложный случай. Обработка ЭМВ системы охлаждения технологического оборудования для термохимической подготовки электроизоляционных смол (рис. 17). Источник водоснабжения — технический водопровод завода. Частичное обессоливание исходной воды происходит в нерегулируемом ионообменном фильтре совместного действия Purotap 500 (рис. 18). Оборудование немецкое, изготовленное из нержавеющей стали AISI 321 (аналог — сталь аустенитного типа 08X18Н10Т). Изготовитель гарантирует, что оно

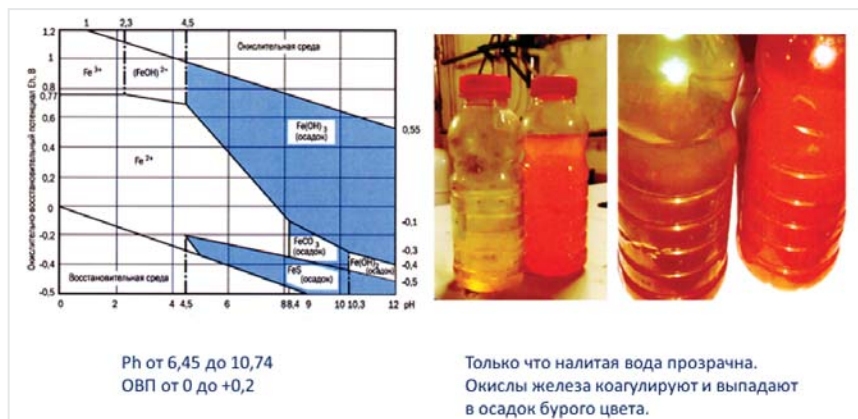


Рис. 19. Состояние воды в системе водоохлаждения оборудования

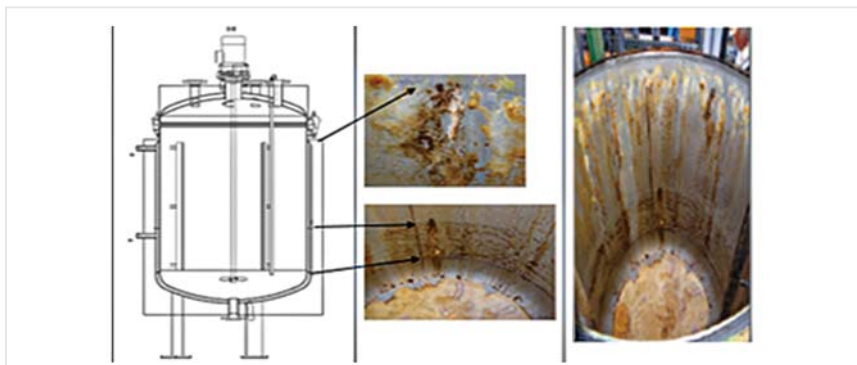


Рис. 20. Коррозионные разрушения системы водоохлаждения импортного оборудования (Германия), выполненного из нержавеющей стали, из-за употребления воды низкого качества (псевдоустойчивой)



Рис. 21. Состояние оборудования и воды до и после ЭМВ

работает при любом химическом составе технической воды.

Но вода в системе гидрокарбонатно-кальциевого класса с повышенной жесткостью и щелочностью находится в псевдоустойчивом химическом состоянии, что объективно отражает диаграмма Пурбе (рис. 19). Так, в зависимости от замеренных соотношений pH (от 6,45 до 10,74) и ОВП (от 0 до +0,2) могут наблюдаться зоны с преобладанием восстановительной, окислительной сред и с выпадением из воды железистого осадка $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (рис. 19).

При аэрации воды кислород воздуха мгновенно окисляет Fe^{+2} в Fe^{+3} с выпадением осадка ржавчины. В бескислородных условиях протекает очень интенсивная углекислотная коррозия, в данном случае нержавеющей стали (рис. 20).

Коррозионные разрушения (межкристаллитная коррозия) нержавеющей стали наблюдаются в районах линии сварки корпуса с секциями греющей рубашки. Поэтому немецкая фирма и обратилась к нам за помощью.

Уже через месяц после применения ЭМВ вода в системе становится

абсолютно прозрачной и образует защитную пленку (рис. 21). При этом произошло кратное уменьшение скорости коррозии, pH повысился с 6,77 до 7,23.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате применения ЭМВ происходит:

1. Повышение ресурса и энергоэффективности систем, выполненных из различных конструкционных материалов и находящихся в эксплуатации длительное время.

2. Повышение ресурса новых стальных трубопроводов до 50–70 лет ввиду кратного снижения скорости электрохимической коррозии.

3. Защита от накипно-коррозионных отложений на весь срок эксплуатации.

4. Устранение причин возникновения микробиологической коррозии в трубопроводах из черных, цветных металлов, пластиков.

5. Устранение причин возникновения межкристаллической коррозии в нержавеющих сталях.

6. Уменьшение вредных выбросов в атмосферу на котельных в 1,5–2,5 раза.

7. Кратное уменьшение содержания вредных веществ в сточных водах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Торопов М. Н., Износ — проблема общая. Технология машиностроения. 6/2004 г.

2. Вернадский В. Н., Маковецкая О. К. Сталь и алюминий — основные материалы сварочного производства. Технология машиностроения. 2/2005 г.

3. Менча М. Н. Формирование биообрастаний на традиционных материалах оборудования системы питьевого водоснабжения. Сборник докладов 7 Международного конгресса «Вода: экология и технологии». 2006 г. Часть 1, стр. 597.

4. Торопов М. Н., Перков И. Е., Бегунов П. П. Энергоэффективная экологическая технология повышения надежности и ресурса систем водотеплоснабжения. Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 1/2019 г.

5. Продоус О. А., Иващенко В. В. Гидравлический потенциал стальных и чугунных металлополимерных труб для систем водоснабжения. Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 3/2019 г.

6. Лупей А. Г. О диагностике состояния систем отопления потребителей тепловой энергии. Реформа ЖКХ. 4/2004.

7. Торопов М. Н. О возможности выполнения в России решений Киотской конференции. Технология машиностроения. 2/2005 г.

8. Коваленко А. В., Шапов Д. А., Палей Е. Л. Экологические приоритеты котельного оборудования в России. Реальности и перспективы. Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 4/2019 г.

9. Розанова Е. П., Ентальцева Л. А. Распространение сульфатвосстанавливающих бактерий в трубопроводах тепловой сети и причины появления в воде сероводорода. Микробиология. 1999, том 68, № 1.

10. Розанова Е. П., Дубинина Г. А. и др. Микроорганизмы в тепловых сетях и внутренняя коррозия стальных трубопроводов. Микробиология. 2003, том 72, № 2.

11. Воинцева И. И., Новиков М. Т., Продоус О. А. Продление периода эксплуатации систем водотеплоснабжения из стальных и чугунных труб. Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 1/2019.



Отопление
Вентиляция
Кондиционирование воздуха
Теплоснабжение
Холодоснабжение
Газоснабжение
Водоснабжение
Автоматизация
Защита окружающей среды



Ассоциация инженеров по
вентиляции, отоплению,
кондиционированию воздуха,
теплоснабжению

Более 200
компаний
и специалистов

Более
15 лет
работы

Издание СМИ | Издание профессиональной литературы | Проведение отраслевых мероприятий | Консультация и экспертиза

197342, Санкт-Петербург,
Сердобольская ул.,
д. 65, лит. А

тел./факс (812) 336-9560
www.avoknw.ru
avoknw@avoknw.ru



В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ВНОВЬ ПРОШЕЛ КОНГРЕСС «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ. XXI ВЕК»

21 ноября 2019 года в Санкт-Петербурге прошел XVII Международный конгресс «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология».

Более 700 профессионалов в режиме прямого диалога обсудили актуальные вопросы по снижению энерго- и ресурсопотребления в условиях действующего законодательства.

Освещали ход подготовки форума и его проведение ведущие профильные СМИ. Генеральным информационным партнером конгресса стала газета «Строительный еженедельник» (портал «АСН-Инфо»), генеральным интернет-партнером — портал Энергоэффект. Инфо, а генеральными медиапартнерами — журналы «Инженерные системы» и «Мир климата».

Организаторы мероприятия — АС «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД», Консорциум ЛОГИКА-ТЕПЛОЭНЕРГОМОНТАЖ, НОПРИЗ, НОСТРОЙ и

НОЭ — в этом году пошли на смелый шаг, расширив палитру дискуссионных тем, что отразилось и на названии форума.

Большинство вопросов и направлений дискуссий было озвучено на пленарной сессии, модератором которой выступил президент НОЭ и председатель оргкомитета **Владимир Пехтин**.

— *Министерство строительства и ЖКХ постепенно претворяет в жизнь положения, обозначенные в Стратегии развития отрасли до 2030 года.*

Все задачи, закрепленные Стратегией, направлены на развитие конкурентоспособной стройки, основывающейся на компетенциях и ориентирующейся на обеспечение комфорта и безопасности жизне-

*деятельности граждан, — заметил **Владимир Пехтин**.*

Так или иначе большинство докладчиков озвучивали ход реализации Стратегии 2030.

Так, вице-президент, член Совета НОСТРОЙ **Антон Мороз** в своем выступлении рассказал о переходе строительной отрасли в цифровой формат.

— *Цифровизация отрасли — это глобальный процесс, нацеленный на развитие человеческого капитала и создание конкурентной экономики, — подчеркнул докладчик. — Этот процесс должен сопровождаться изменением управленческих подходов и технологий принятия решений.*

Как было отмечено на пленарной сессии, все национальные проекты взаимосвязаны между собой.

Так, в рамках национальной программы «Цифровая экономика» и нацпроекта «Жилье и городская среда» реализуется проект «Умный город», направленный на повышение конкурентоспособности российских городов, формирование эффективной системы управления городским хозяйством, создание безопасных и комфортных условий для жизни горожан. Об «умных городах» и «умных инженерных системах» рассказал генеральный директор Консорциума ЛОГИКА-ТЕПЛОЭНЕРГОМОНТАЖ **Павел Никитин**.

В июле 2019 года Министерством экономического развития России совместно с членами Межведомственной рабочей группы по



Официальное открытие. Пленарная сессия «Энергоэффективность при реализации нацпроектов: нормативное регулирование, технологическое обеспечение и международный опыт»



Открытие выставки «Энергоэффективность. XXI век»

эффективному взаимодействию с органами исполнительной власти субъектов РФ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности были разработаны методические рекомендации по организации органами исполнительной власти субъектов РФ работы по данным направлениям.

Они напрямую связаны с масштабными задачами, обозначенными в Стратегии, и нацпроектами по комплексному развитию территорий. Эту тему затронул на конгрессе заместитель генерального директора Корпорации развития Калининградской области **Олег Скворцов**.

— Принимая во внимание уникальные вводные, в Калининградский регион будет привлекаться IT-бизнес, будут развиваться туристические кластеры, создаваться хорошие условия для жизни и работы квалифицированных специалистов, расширяться потенциал велотранспорта, стимулироваться развитие игорного и гостиничного бизнеса, конно-

го и других видов спорта. Все это позволит развивать территорию области в комплексе с жилищным и общественным строительством, — обратил внимание слушателей **Олег Скворцов**.

Также в ходе дискуссии было отмечено, что достижению поставленных стратегических целей и реализации требований Закона «Об энергоэффективности» может препятствовать ряд рисков, среди которых информационный вакуум и безграмотность потребителей энергосберегающих технологий. Об этом говорили заместитель директора по развитию ООО «Бонава Санкт-Петербург» **Александр Бойцов** и вице-президент НОЭ **Леонид Питерский**.

О решении задач по поиску баланса в распределении ответственности между различными группами экспертов и о целях института строительной экспертизы рассказал начальник Управления «Центр государственной экспертизы» **Михаил Гришин**, а о кадровых во-



Награждение партнеров

просах и развитии системы квалификаций — вице-президент НОЭ и НОПРИЗ **Александр Гримитлин**.

После пленарной сессии свою работу начала выставка «Энергоэффективность. XXI век», на которой собственную продукцию представили 17 компаний.

К постоянным экспонентам: Ассоциации «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД», заводу «Арктос», ГК «Взлет», АО «Фирма «Изотерм», Консорциуму ЛОГИКА-ТЕПЛОЭНЕРГОМОНТАЖ, ООО «Вентарт Групп», ООО «Снегирь Энергия», ОАО «Теплоконтроль», ООО «Термафлекс», компаниям Carel и Vernet — присоединились новые участники: Grundfos, Ipeco, Sirep, Непсо, АО НТЦ РИФ и ООО «ТЕРМОТРОНИК».

Деловую программу конгресса продолжили конференция «Коммерческий учет энергоносителей» и тематические секции.

Впервые в рамках форума прошла секция «Перспективные направления успешного взаимодействия проектных организаций с произ-



Антон Мороз



Павел Никитин



Олег Скворцов



Александр Бойцов



Леонид Питерский



Александр Гримитлин

водителями. Внедрение эффективных решений» под председательством исполнительного директора Международного центра поддержки и развития предприятий промышленности **Антон Фенева**, вице-президента НОЭ и НОПРИЗ **Александра Гримитлина**, руководителя ЭС МЦПП, члена президиума НЭС при Рабочей группе СФ ФС РФ, члена экспертной секции «Импортозамещение в ТЭК» Комитета ГД ФС РФ по энергетике **Рашида Артикова**, директора АС «Объединение организаций, выполняющих проектные работы в газовой и нефтяной отрасли «Инженер-Проектировщик» **Алексея Петрова** и члена Экспертного совета Комитета ГД ФС РФ, генеральный директор АС Производителей Светодиодов и Систем на их основе **Ольга Грекова**.

С докладами выступили: заместитель начальника управления информационных технологий СРО

«Инженер-Проектировщик», член технического комитета по стандартизации ТК 465 «Строительство». ПК 5 «Управление жизненным циклом объектов капитального строительства», член Комитета по конструктивным, инженерным и технологическим системам НОПРИЗ **Михаил Королев**, исполнительный директор «Ассоциации водоснабжения и водоотведения МО», руководитель секции НЭС при Рабочей группе СФ ФС РФ **Светлана Гафарова**, заместитель генерального директора Ассоциации «ЭЛЕКТРОКАБЕЛЬ» **Алексей Каукиайнен**, руководитель отдела маркетинга «Парус электро» **Алексей Морозов**, директор АС «СРО «Инженерные системы — проект» **Роман Крумер**, старший преподаватель кафедры строительной механики и строительных конструкций Инженерно-строительного института Санкт-Петербургского политехнического университета Петра

Великого **Александр Галямичев**, а также представители ГУП «Центр Энергоэффективности», ГУП «Ленсвет» и АО «ЛОЭСК».

Секционная дискуссия проходила при поддержке Международного центра поддержки и развития предприятий промышленности.

Повышенным интересом отличились тематические секции «Ресурсосбережение при проектировании систем водоснабжения и водоотведения» и «Строительная теплофизика: соответствие зданий требованиям энергетической эффективности».

Сомодераторами первой из них стали председатель Совета СРО НП «Инженерные системы — аудит», руководитель АО «Промэнерго» **Олег Штейнмиллер** и к. т. н., генеральный директор ООО «СпецСтройПроект» **Андрей Шипилов**.

Партнером секции выступила компания Grundfos.



Секция «Перспективные направления успешного взаимодействия проектных организаций с производителями. Внедрение эффективных решений»



Михаил Гришин



Роман Крумер



Ефим Палей

В мероприятии приняли участие ведущий эксперт по обучению и развитию ООО «Грундфос» **Анастасия Туманова**, технический директор HENCO в России **Антон Одноволов**, д. т. н., профессор, генеральный директор ООО «ИНКО-инжиниринг» **Олег Продоус**, профессор, заместитель генерального директора ООО «ИНКО-инжиниринг» **Лев Терехов**, главный инженер ООО «ТВЭЛЛ» **Александр Утин**, к. т. н., доцент кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» ФГБОУ ВО ПГУПС **Петр Бегунов**, к. т. н., проректор Астраханского государственного архитектурно-строительного университета **Людмила Боронина**, д. т. н., профессор, директор ООО НПП «ЭКОФЕС» **Лев Фесенко** и к. т. н., доцент кафедры «Водопользования и экологии» СПбГАСУ **Александр Подпорин**.

Дискуссию «Уменьшение энергоемкости систем теплогазоснаб-

жения» модерировали к. т. н., генеральный директор ООО «ПКБ «Теплоэнергетика», эксперт НЭС по СЗФО, председатель Контрольного комитета АС «СРО СПб «Строительство. Инженерные системы» **Ефим Палей**, член научно-экспертного совета отделения по СЗФО при Совете Федерации **Юрий Шенявский**, профессор, д. т. н., советник генерального директора АО «Газпром промгаз» **Владимир Аверьянов** и генеральный директор ООО «Сан-ТехПроект» **Альберт Шарипов**.

Докладчиками на секции стали: заместитель генерального директора по строительству инфраструктурных объектов ООО «РусХим-Альянс» **Олег Давыдов** технический директор ООО «Хортэк-Проект» **Иван Попов** и инженер-проектировщик ООО «Хортэк-Проект», магистрант кафедры «Теплогазоснабжения и вентиляции» СПбГАСУ» **Диана Мочалова**,

к. т. н., старший научный сотрудник ОАО «ИНСОЛАР» **Михаил Попов**, адъюнкты Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева, кафедры Военного института (инженерно-технического) «Систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры» **Александр Сорokin** и **Александр Корпусов**, заведующий лабораторией РУТ МИИТ **Михаил Торопов**, доцент кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» (ПГУПС) **Петр Бегунов**, заместитель генерального директора ООО «СУ-87» **Виктор Злобин**, генеральный директор АО «Энергокомплектация» **Михаил Павлов**, заместитель генерального директора ЗАО «Омский завод инновационных технологий» **Дмитрий Шкапов**, эксперт по энергоэффективности ООО «Негосударственный надзор и экспертиза» **Андрей Поверго**, **Альберт Шарипов** и



Альберт Шарипов, Владимир Аверьянов



Олег Штейнмиллер, Александр Дудинов



Секция «Способы снижения энергопотребления системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха»



Екатерина Бош

главный специалист ООО «СанТех-Проект» **Алефтина Богаченкова**.

Партнером секции «Способы снижения энергопотребления системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха», сопредседателями которой стали к. т. н., председатель подкомитета НОСТРОЙ по инженерным системам зданий и сооружений, председатель союза «ИСЗС-Монтаж» **Алексей Бусахин**, исполнительный директор Ассоциации Предприятий Индустрии Климата **Дмитрий Кузин** и к. т. н., генеральный директор ООО «Витатерм» **Виталий Сасин**, выступила компания VentART.

Среди докладчиков в дискуссии участвовали инженер ООО «Вентарт Групп» **Михаил Могилевский**, директор по развитию — автоматика для вентиляции и кондиционирования ООО «КАРЕЛ РУС» **Дмитрий Смелов**, заместитель руководителя направления Флексален компании Термафлекс Россия и СНГ **Георгий Митянин**, представитель компании

RETROTEC в странах СНГ и Восточной Европы **Андрей Нитиевский**, региональный менеджер по Северной и Восточной Европе VERNET SAS **Сергей Кун**, заместитель генерального директора ЗАО «АРКТИКА» **Сергей Смирнов**, генеральный директор маркетингового агентства «Литвинчук-Маркетинг» **Георгий Литвинчук**, генеральный директор ООО «ВАК-ИНЖИНИРИНГ» **Евгений Болотов**, директор ООО «Инсолар-Климат» **Александр Клепанда** (г. Харьков), а также **Виталий Сасин**.

Сопредседателями дискуссии на секции «Строительная теплофизика и энергоэффективные технологии» стали д. т. н., председатель секции «Энергоэффективное строительство» Объединенного научно-технического совета по вопросам градостроительной политики и строительства города Москвы, председатель совета директоров ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ» **Григорий Васильев** и д. т. н., профессор кафедры «Архитектура зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «Волгоград-

ский государственный технический университет» **Сергей Корниенко**, а спикерами — заместитель директора ЗАО «Республиканская Палата Предпринимателей» **Александр Афанасьев**, директор проектного отделения ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ» **Виктор Горнов**, к. т. н., начальник лаборатории строительной физики ГБУ «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ ЦЭИИС) **Сергей Крышов**, директор ООО «Инсолар-Климат» **Александр Клепанда** (г. Харьков), управляющий партнер АО «Фонд стратегического развития энергетики «Форсайт» **Андрей Абрамов** и эксперт по энергоэффективности в зданиях Немецкого энергетического агентства ГмбХ (dena) **Екатерина Бош**.

Следующий, XVIII Международный конгресс «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология» пройдет 10 марта 2020 года в рамках деловой программы выставки «Мир климата» в Москве.



Георгий Литвинчук



Григорий Васильев, Сергей Корниенко



VI ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ
РОССИЯ

www.rusenergoforum.ru



МОСКВА - ТВЕРЬ - МОСКВА

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

www.rusenergoforum.ru

Организатор:

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

при поддержке:

РОО «Общественный совет по развитию саморегулирования»

Генеральный информационный партнер:

Журнал С.О.К. (Сантехника. Отопление.
Кондиционирование. Энергосбережение)

Стратегический партнер:

Отраслевой журнал «Строительство»

Официальная поддержка:

Государственная Дума Федерального собрания Российской Федерации
Министерство энергетики Российской Федерации
Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации
Министерство экономического развития Российской Федерации

ЭКОЮРУС ВЕНТО

Оборудование систем местной вытяжной вентиляции

проектирование * производство * монтаж * наладка * сервисное обслуживание

Чистый воздух — наша цель!

