

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ОТРАСЛЕВОЙ ЖУРНАЛ

САНТЕХНИКА • ОТОПЛЕНИЕ • КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ • ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ • ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА







24 Конференция по BIM и BEM:



Как выбрать производителя



Варианты теплозашиты ограждений

Настенный газовый конденсационный двухконтурный котел

navien

Встречайте новое поколение комфорта

NCB 700

Лидер продаж американского рынка* теперь доступен в России!



24-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

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



11-14 февраля 2020 Крокус Экспо, Москва

Забронируйте стенд aquatherm-moscow.ru

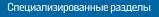


Reed Exhibitions® Messe Wien

Организаторы













СОВЕРШЕННО ДРУГОЙ!

TECEone – унитаз-биде

NEW





ООО «ТЕСЕ Системс»

Россия, Московская обл., Красногорский р-н, бизнес-центр «Рига Ленд», стр. 6, под. 5, эт. 5

Тел.: 8 800 333 8323 E-mail: info@tece.ru Подробная информация на сайте:

www.tece.ru

На правах рекламы.

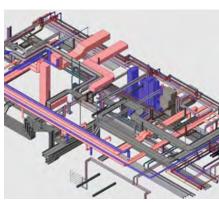
СОДЕРЖАНИЕ

март 2019



Aquatherm Moscow 2019 успешно открыла сезон

В Москве с успехом прошла выставка Aquatherm Moscow 2019. Мероприятие подтвердило позитивные тенденции рынка рекордным количеством посетителей и участников деловой программы. Стратегически важную для отрасли площадку посетили 29879 профессионалов из 52 стран и 80 регионов РФ. Генеральный медиапартнёр выставки — журнал С.О.К.



ВІМ- и ВЕМ-моделирование при проектировании инженерных систем

В рамках 23-й Международной выставки Aquatherm Moscow 2019 с успехом прошла конференция «ВІМ- и ВЕМ-моделирование при проектировании инженерных систем зданий и сооружений». Предлагаем вниманию читателей подборку статей, подготовленных по мотивам прозвучавших на мероприятии докладов.





Естественное давление в системах водяного отопления

Замеры на экспериментальном контуре систем и расчёты естественного циркуляционного давления говорят о том, что «всякое охлаждение воды в местах системы, лежащих выше котла, способствует созданию положительно действующего давления». Это позволяет в гравитационных системах отказаться от тепловой изоляции главного стояка.



Обобщённый подход к расчёту гидравлических сетей

Гидравлическими сетями называют трубопроводные системы для транспортировки несжимаемых жидкостей. В том числе — и газов при скоростях движения существенно меньших скорости звука. Решение задачи о распределении потоков между отдельным элементами гидравлической сети является неотъемлемой частью моделирования её работы.



Инженерные методы расчёта вентиляции ледовой арены

Представлена математическая модель физических процессов, происходящих внутри крытой ледовой арены. Применён метод разделения объёма помещения целесообразным образом на два характерных контрольных объёма для оптимизации процесса обеспечения требуемых параметров воздуха в области катка.





Взаимозаменяемость теплозащиты ограждений

Рассмотрена существующая ситуация с нормированием энергопотребления жилых и общественных зданий в России и основы отечественных и зарубежных предложений по сокращению энергозатрат при строительстве и эксплуатации гражданских и промышленных объектов различного назначения, дана другая важная информация.

74



Ежемесячный отраслевой журнал

№ 1515 в Перечне ВАК Министерства образования и науки РФ (от 28.12.2018)

Учредитель и издатель:

000 Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»

Директор:

... Константин Михасев

Главный редактор:

Александр Гудко

Технический редактор:

Сергей Брух

Руководитель отдела рекламы:

Татьяна Пучкова

Ответственный секретарь:

Ольга Юферева

Дизайн и верстка: Роман Головко

Редакционная коллегия:

Председатель:

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

ИБХФ им. Н.М. Эмануэля РАН

Сопредседатели:

А.С. Сигов, акад. РАН, д.ф.-м.н., проф., МИРЭА

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

И.Я. Редько, д.т.н., проф., ИБХФ им. Н.М. Эмануэля РАН

Секция «Сантехника»

В.А. Орлов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ» Е.В. Алексеев, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ» Ж.М. Говорова, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ»

Секция «Отопление и ГВС»

В.И. Шарапов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «УлГТУ» А.Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ

М.В. Бодров, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО ННГАСУ П.И. Дячек, д.т.н., проф., БНТУ

Секция «Кондиционирование и вентиляция»

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

Т. А. Дацюк, д.т.н., проф., СПбГАСУ Г. М. Позин, д.т.н., проф., СПбГУТД В. И. Прохоров, д.т.н., проф. кафедры «ТГиВ», НИУ МГСУ

Секция «Энергосбережение»

Э.Е. Сон*, акад. РАН, д.ф.-м.н., проф., МФТИ

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

О. А. Сотникова, д.т.н., проф., ВГТУ

С. К. Шерьязов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО ЮУрГАУ А.Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ

Секция «ВИЭ»

В. В. Елистратов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО СП6ГПУ Д.С. Стребков, акад. РАН, ВИЭСХ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

П.П. Безруких, д.т.н., акад.-секр. секции «Энергетика» РИА В.А. Бутузов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО КубГАУ М.Г. Тягунов, д.т.н., проф., НИУ «МЭИ»

А.Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ

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

Секция «Биоэнергетика»

Сенция «виоэнері етика» Р.Г. Василов*, д.б.н., проф., президент ОБР Ю.Ф. Лачуга, акад. РАН, член презид. РАН, д.т.н., проф. В.В. Мясоедова, д.х.н., проф., эксперт РАН, ФБГУН ИХФ РАН А.Н. Васильев, д.т.н., проф., ВИЭСХ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

Секция «Тепловые двигатели»

В.С. Кукис*, д.т.н., проф., ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»

А.А. Малозёмов, д.т.н., проф., ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»

Т.Ю. Салова, д.т.н., проф., Военный институт ВУНЦ ВМФ

А.Е. Свистула, д.т.н., проф., АлтГТУ им. И.И. Ползунова

* Руководитель секции.

Адрес редакции: 143085, Московская обл., Одинцовский р-н, раб. пос. Заречье, ул. Тихая, д. 13, корп. 2 Тел/факс: +7 (499) 967-77-00

E-mail: media@mediatechnology.ru

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС77-56668. Перепечатка фотоматериалов и статей допускается лишь с письменного разрешения редакции и обязательной ссылкой на журнал (в том числе в электронных СМИ). Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов. Редакция не несет ответственности за информацию, содержащуюся в рекламных объявлениях.

Адрес в Интернете:

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

Отпечатано в типографии: «Тверской Печатный Двор», Россия. Тираж 15000 экз., цена свободная.

С.О.К.® — зарегистрированный торговый знак



НОВОСТИ	4
События	
ISH 2019: доля иностранных посетителей поднялась	4.0
до рекордного уровня	12
Выставка Aquatherm Moscow 2019 успешно открыла сезон	14
XVI Международный конгресс «Энергоэффективность. XXI век» прошёл в Москве	20
<u>Конференции</u>	
<u>Расширение ВІМ-технологии, или Как сэкономить</u>	
миллионы рублей на эксплуатации здания	24
<u>Цифровые двойники инженерного оборудования. Сервисы,</u> необходимые производителям и проектным командам	28
«Живой» ВІМ-контент от производителя оборудования	32
для отечественного рынка	32
Применение BIM-, BEM- и CFD-технологий для проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективного дома	36
Сантехника и водоснабжение	
Непрерывная модернизация — ключ к успеху	43
<u>Унитаз-биде TECEone: прост, удобен и надёжен</u>	44
Отопление и ГВС	
<u>Новое оборудование Giacomini на выставке ISH в Франкфурте</u>	46
<u>Исследование естественного циркуляционного давления</u> в системах водяного отопления	48
Эжекторно-турбинный теплоэлектрогенератор на твёрдом топливе	52
Кондиционирование и вентиляция	
Выставка «Мир Климата 2019»: итоги	57
<u>История появления на свет компрессора LG R1</u>	58
<u>Как выбрать производителя воздуховодов</u>	61
<u>Об энергосбережении при комфортном воздухораспределении</u> на примере офисного помещения	64
Обобщённый подход к расчёту гидравлических сетей	7 0
Совершенствование инженерных методов расчёта вентиляции крытой ледовой арены	74
О загрязнении воздуха тепловыми двигателями и их пожарной и экологической безопасности	80
Энергосбережение и ВИЗ	
Взаимозаменяемость теплозащиты ограждений в жилых зданиях	
и другие мероприятия по энергосбережению	88
Технология проведения сварочных аварийно-ремонтных работ	
на теплотрассах, водоводах и других объектах в условиях Крайнего Севера	92
References	94

новости

Одной строкой

- ### Grundfos увеличил оборот на мировом рынке. Чистый оборот концерна в 2018 году вырос на 6,6% по сравнению с предыдущим периодом, составив 26,7 млрд датских крон. Прибыль до уплаты процентов и налогов (EBIT) увеличилась на 53 млн датских крон до уровня 2,4 млрд датских крон.
- ** В феврале 2019 года «Альфа Лаваль Поток» объявила о начале масштабной модернизации российского предприятия. Реконструкция завершится к 2020 году и пройдёт в рамках глобальной модернизации производств компании. Её результатом станет 70-процентное обновление ассортиментного ряда разборных пластинчатых теплообменников и снижение себестоимости их производства.
- :: По данным WindEurope, энергия ветра обеспечила выработку 14% всей электроэнергии, произведённой в Европе в 2018 году, по сравнению с 12% в 2017-м. Общая установленная мощность ветроэнергетики в Европе выросла в 2018 году на 11,3 ГВт, из них 8,6 ГВт относятся к наземному сегменту, а 2,65 ГВт — к морскому сегменту.
- 🔐 Ожидается, что в 2019 году общая установленная мошность фотовольтаики в США вырастет на 14%, а в 2021 году ежегодный объём монтажа достигнет 15,8 ГВт. Наряду с прогнозом рынка, SEIA и агентство Wood Mackenzie опубликовали подробный доклад о результатах работы в 2018 году по каждому сегменту отрасли.

Приглашаем принять участие и выступить с докладом на конференции

«Современные инженерные решения для зданий и сооружений»

Мероприятие будет проходить 29 июня 2019 года с 10:00 до 17:30 в Доме Правительства Московской области в рамках выставки-форума «Инфраструктура современного города – 2019». Конференция будет посвящена передовым решениям в области теплоснабжения, водоснабжения, водоотведения, водоочистки и учёта ресурсов.

Организаторы:

Правительство МО, МВК, журнал С.О.К.

Вопросы организаторам и регистрация: E-mail: o.ufereva@mediatechnology.ru Тел. +7 (910) 473-01-13 (моб., WhatsApp, Viber, Telegram) **Тел. +7 (925) 365-54-12** (моб.)

Подробная информация о конференции и электронная регистрация:





современного города

De Dietrich

Новый конденсационный котёл Evodens AMC





В конце 2018 года компания De Dietrich представила в России интригующую новинку конденсационный котёл Evodens AMC, который пришёл на смену одной из самых интересных моделей бытовых конденсационных котлов — Innovens MCA, известной ещё с 2008 года. Создатели сохранили проверенные временем достоинства котла, его теплообменника, горелки и гидравлической части, но добавили функциональности автоматике и новые возможности для пользователя.

В новой автоматике удалось значительно расширить функционал и при этом сделать навигацию и настройку проще. Пользователь

может видеть на основном экране сразу все основные показатели работы котла и системы отопления и одним нажатием переходить в интересующий раздел. Теперь к котлу в базовой комплектации можно подключить два контура со смесителями (при добавлении только датчиков) и третий контур со смесителем при добавлении платы расширения. Также реализована возможность использования оригинального дистанционного управления De Dietrich с помощью термостата Smart TC°. Даже самый надёжный и проверенный элемент котла Evodens получил очень полезное улучшение. Вся внешняя поверхность литого теплообменника из алюминий-кремниевого сплава, в том числе со стороны дымовых газов, имеет специальную механическую обработку и покрытие. Задача данного новшества — увеличить межсервисные интервалы по чистке теплообменника или вообще свести их к нулю в случае правильной настройки и эксплуатации котла.

Для удобства установки и упрощения подключения котёл Evodens в комплекте поставки имеет монтажную раму с запорными кранами под котлом, термоманометром, кранами подпитки и слива, а также имеет в составе медные окончания, которые можно использовать в случае обвязки медными трубами. Уникальным нововведением стала автоматизированная система подпитки, запатентованная производителем. С её помощью пользователь может полностью доверить подпитку автоматике котла.

Buran Boiler

Новинка от компании Buran Boiler



На выставке Aquatherm Moscow 2019 компания Buran Boiler (Республика Казахстан) представила новинку: автоматические двухконтурные газовые настенные котлы серии Cronos мощностью от 15 до 47 кВт для отопления и ГВС, производимые с 2018 года. Эти котлы экономичны, надёжны, защищены от

разморозки. Они максимально адаптированы к низкому давлению газа, воды и перепадам напряжения в электросети. Также Buran Boiler представил расширенную линейку котлов средней мощности в вертикальном исполнении — до 465 кВт (ранее — от 58 до 233 кВт). Из 30 тыс. котлов. произведённых с 1999 года на собственном автоматизированном производстве, Buran Boiler поставила в Россию свыше 2000 напольных бытовых и промышленных водогрейных жаротрубных котлов мощностью от 17 до 6000 кВт.

За годы работы продукция Buran Boiler зарекомендовала себя как надёжное, экономичное, энергоэффективное оборудование, не уступающее зарубежным аналогам по качеству, являющееся конкурентоспособным продуктом в странах ЕАЭС. Наличие сервиса в регионах РФ положительно влияет на выбор потребителей котлов Buran Boiler.

Viessmann

У традиционных котлов появился энергоэффективный конкурент



В начале 2019 года компания Viessmann представила в России новый экономичный бытовой двухконтурный конденсационный газовый котёл Vitodens 050-W мощностью 6,5–24 кВт. Он не требует дополнительной обвязки и предназначен для установки в коттеджах и квартирах.

Благодаря высокому нормативному КПД (97%) и наличию высокоэффективной модулируемой цилиндрической инфракрасной горелки MatriX с диапазоном модуляции мощности от 25 до 100% Vitodens 050-W потребляет очень мало газа и обеспечивает минимальный объём выбросов вредных веществ в атмосферу. Котёл Vitodens 050-W готов

к монтажу «из коробки» без дополнительной обвязки, поскольку мембранный расширительный бак и энергоэффективный циркуляционный насос отопительного контура уже включены в конструкцию.

Кроме того, внутри установлены два теплообменника. Основной — Inox-Radial — подогревает теплоноситель для системы отопления, а нужды ГВС обеспечивает дополнительный пластинчатый теплообменник, при этом для поддержания более высокой производительности мощность котла в режиме нагрева воды составляет до 29 кВт. Переключение между контурами отопления и ГВС реализовано по схеме с приоритетом горячей воды. Когда пользователь открывает кран, специальный клапан перекрывает подачу воды в отопительный контур и направляет её в теплообменник системы ГВС.

Для удобства управления и экономии тепла котёл оснащён электронной системой управления с интуитивным интерфейсом. Контроль технического состояния оборудования производится автоматически с помощью встроенной системы самодиагностики.

Новый котёл значительно экономичнее сжигает газ и позволяет сократить расход тепла. Благодаря этому разница в цене окупается примерно за полгода, после чего потребитель начинает получать прямую выгоду по сравнению с использованием традиционного котла.



Новинки Stiebel Eltron на выставке ISH

Компания Stiebel Eltron на выставке ISH-2019, которая проходила с 11 по 15 марта во Франкфурте-на-Майне, представила новинки оборудования в области вентиляции: LA 60 Plus — одинарную вентиляционную установку с датчиком влажности и VLR 70 — вентилятор с рекуперацией тепла, а также новую серию проточных водонагревателей DCE, которая этой весной появится и на российском рынке. В серию DCE входят три модели: DCE-X Premium с технологией нагрева воды 4i, возможностью выбора температуры между 20 и 60°C, а также LCD-дисплеем; DCE-S Plus с технологией 3i; DCE-C Trend с технологией 2i для простого и эффективного нагрева воды.



В модели DCE-X Premium благодаря технологии 4і все важные параметры постоянно находятся под контролем, поэтому потребителю гарантирована постоянная температура горячей воды независимо от количества открытых кранов. Её можно установить между 20 и 60°C с точностью до 0,5°C, используя LCD-дисплей. На дисплее также отображается текущее потребление электроэнергии и воды. Водонагреватель умеет запоминать две избранные температуры, а в режиме Есо он будет поддерживать температуру 60°C для максимальной энергоэффективности. Модель DCE-S Plus позволяет получать желаемую температуру воды непрерывно. DCE-C Trend — экономичная версия, которая обеспечивает заданную температуру в 55°С.

BIM

Замглавы Минстроя озвучил новый срок перехода на BIM-технологии



Минстрой намерен обеспечить внедрение ВІМ-технологий в строительной отрасли России в 2024 году. Об этом заявил замглавы министерства Дмитрий Волков, пишет «Интерфакс». По его словам, для перехода на ВІМ необходимо принять изменения в законодательстве, утвердить новые строительные

стандарты и сделать этот процесс безболезненным для всех участников рынка.

Что интересно, ранее в Минстрое планировали обеспечить внедрение информационного моделирования в строительной отрасли уже в текущем году. Такие планы в сентябре 2016 года озвучивал уже бывший глава ведомства Михаил Мень. Предполагалось, что в 2019-м станет обязательным применение ВІМ-технологий при проектировании и возведении объектов по государственному заказу.

В июле прошлого года сообщалось, что Президент РФ В.В. Путин поручил правительству обеспечить внедрение информационного моделирования в строительной отрасли. Соответствующий документ был опубликован на официальном сайте комитета по техническому регулированию РСПП. В качестве срока исполнения в поручении было названо 1 июля текущего года, сообщает radidomapro.ru.



TECE

Новинка: шаровые краны ТЕСЕ

Компания ТЕСЕ представила новые позиции в своём ассортименте — полнопроходные шаровые краны, обладающие компактными размерами и высокой прочностью. Особенность кранов ТЕСЕ заключается в самой передовой на сегодняшний день технологии уплотнения и особом исполнение узла штока.



Шток сложной формы вставляется в кран изнутри, что исключает его выбивание избыточным давлением. В данный узел устанавливается четыре прокладки — два эластичных уплотнительных кольца из фторкаучука и пара плоских прокладок из тефлона, которые исключают контакт корпуса крана со штоком, тем самым увеличивая ресурс узла. Такая конструкция обеспечивает герметичность в течение всего срока службы крана без необходимости протяжки соединения.

Шаровые краны TECE могут применяться в системах отопления, водоснабжения, в том числе питьевого, для транспортировки сухого пара и жидких углеводородов.



Uponor

Коллекторные узлы Uponor Comfort Port



Для упрощения и ускорения процесса монтажа компания Uponor предлагает готовое комплексное решение Uponor Comfort Port — готовые к подключению, полностью собранные и протестированные в заводских условиях коллекторные узлы, которые позволяют снизить риски задержек в сдаче объекта и положительно влияют на финансовые поназатели. Установка предварительно собранного коллекторного узла Uponor заменяет 30 отдельных комплектующих, а также сводит количество операций при монтаже с 250 до минимума.

Благодаря тому, что системы распределения, регулирования и управления разработаны одним производителем, а также выполнены из соответствующих друг другу компонентов и полностью совместимы между собой, просты в установке и эксплуатации. Специалистам-монтажникам данные свойства Uponor Comfort Port позволяют почти вдвое сэкономить время, требующееся на проведение работ, снизить риски за счёт надёжного выбора необходимых компонентов и избежать возможных ошибок при сборке системы.

С точки зрения проектировщика шкафы Comfort Port также представляются рациональным решением: компания Uponor оказывает поддержку в расчёте и проектировании систем, предоставляя 3D-модели и ВІМ-библиотеку для своих решений.

Шкафы Comfort Ports выпускаются в накладном и встраиваемом варианте из листов оцинкованной стали, что позволяет размещать их в помещении любой площади и назначения без ущерба для дизайна. Безопасную и лёгкую установку шкафов обеспечивают встроенный пузырьковый уровень и влагозащищённая накладная розетка.

«Фабрика Вентиляции ГалВент»

Компенсаторы линейных тепловых расширений для систем дымоудаления



«Фабрика Вентиляции ГалВент» прошла сертификацию и начала производство компенсаторов линейных тепловых расширений КЛТР для систем дымоудаления. Компенсаторы линейных тепловых расширений применяются в системах дымоудаления огнестойких воздуховодов. В обеспечении СП 7.13130.2013 компенсатор КЛТР предназначен для компенсации продольных линейных деформаций

стальных воздуховодов, вызванных высокими температурами в условиях пожара.

Компенсатор линейных тепловых расширений КЛТР конструкционно состоит из двух основных элементов: стального деформируемого короба и огнезащитного полотна.

Компенсатор линейных тепловых расширений изготавливается под размер воздуховодов системы дымоудаления и комплектуется ответными прижимными фланцами с отверстиями под болтовое соединение. Компенсаторы КЛТР для систем дымоудаления производства 000 «Фабрика Вентиляции ГалВент» изготавливаются в универсальном исполнении и подходят для систем с разным пределом огнестойкости: El 30, El 60, El 90, El 120. Компенсаторы КЛТР поставляются полностью готовыми к монтажу и не требуют дополнительных обработок, в отличии от других производителей. Компенсаторы линейных тепловых расширений прошли все необходимые испытания в пожарной лаборатории, что подтверждается протоколами испытаний и сертификатом обязательной пожарной безопасности — Сертификатом соответствия №C-RU. ЭО31В.00633 ТР 1390847 от 12.02.2018.

TECE

TECE разработала семейства трубопроводов для Autodesk Revit



Компания TECE разработала семейства трубопроводов TECEflex, TECElogo, TECEfloor для Autodesk Revit. Программный комплекс Autodesk Revit объединяет в рамках единого комплексного решения инструменты для архитектурного проектирования и разработки инженерных систем зданий и строительных конструкций в 3D-формате. Использование подобных программных продуктов обеспечивает высокое качество и точность выполнения проектов, а современные технологии информационного моделирования зданий (ВІМ)

помогают точно сформулировать проектные идеи и придерживаться их на всех этапах проектирования, создания документации и строительства.

Amiad

Компания Amiad запустила новую линейку фильтров очистки воды Tequatic



Компания Amiad запустила новую линейку фильтров очистки воды Tequatic, способных работать в тяжёлых условиях эксплуатации и производить очистку воды от взвешенных частиц размером до 5 мк. По сравнению с традиционными технологиями удаления взвешенных частиц фильтры Tequatic Plus Filters предлагают инновационную самопромывную технологию для удаления из потока экстремально высокого количества загрязнений, даже в присут-

ствии жиров, нефтепродуктов и смазок. Фильтры Tequatic Plus имеют запатентованную конструкцию, которая объединяет непрерывную очистку, тангенциальную фильтрацию с центрифугированием и отстаиванием в одном устройстве. Фильтры Tequatic Plus — отличный выбор для удаления взвешенных частиц на различных промышленных объектах очистки сточных вод и замкнутых циклов. Примеры применения: снижение TSS и частично БПК, ХПК и TOC1; предварительная обработка или ресурсосберегающая альтернатива осветлению, DAF1 и аэрации; предочистка перед мембранами и фильтрами; снижение TSS для защиты колодцев-утилизаторов и облегчения повторного использования отработанной воды.

ГК «Ровен»

Клапан воздушный утеплённый КВУ



Группа компаний «Ровен» представила новый утеплённый воздушный клапан КВУ, предназначенный для использования в системах вентиляции и кондиционирования воздуха с разностью давлений до 1500 Па. Он может применяться для регулирования количества воздуха и газовых смесей, агрессивность которых по отношению к оцинкованной стали не выше агрессивности воздуха с температурой до +80°С, не содержащих пыли и других твёрдых примесей в количестве не более 100 мг/м³, а также липких веществ и волокнистых материалов. Клапан КВУ

состоит из корпуса с присоединительными фланцами, установленных в нём двустенных лопаток поворотного типа, приводимых в движение системой рычагов и тяг, электрического (либо ручного) привода, а также трубчатых электронагревателей из нержавеющей стали в местах сопряжения лопаток для облегчения их открытия в случае обмерзания в зимнее время. Клапан имеет разные варианты комплектации электроприводом. Открытие клапана может осуществляться дистанционно с помощью электропривода или вручную. Клапан с электроприводом и электроподогревом должен быть заземлён в соответствии с правилами устройства электроустановок. Воздушный клапан может быть изготовлен в комплектациях: с ручным приводом (РП); с площадкой под электропривод (ЭП); с электроприводом, с электроприводом и периметральным обогревом (включая обогрев кожуха привода).



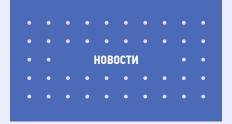
Профессиональные системы отопления и вентиляции из Германии

ДЫШИТЕ ПРАВИЛЬНО!

Бытовая приточно-вытяжная вентиляция CWL



Телефон горячей линии: 8-800-100-21-21 www.wolfrus.ru www.wolfbonus.ru





Aldes

EasyHOME: «Гибридная» система вентиляции для жилых домов

Французская компания Aldes разработала «гибридную» систему вентиляции для жилых домов для оптимального воздухообмена и высокого качества воздуха в помещении, сочетающую естественный приток и механическую вытяжку. Постоянный равномерный приток свежего воздуха осуществляется за счёт авторегулируемых оконных приточных клапанов (в спальне, гостиной), а удаление «отработанного» воздуха — с помощью вытяжных устройств (на кухне, в санузлах) и вентиляторов EasyHOME (под потолком или на чердаке). В зависимости от модели скорость вентилятора автоматически адаптируется к уровню влажности в помещении (EasyHOME Hygro с датчиком давления и гигрорегулируемыми вытяжными устройствами), количеству загрязняющих веществ и излишней влаги в воздухе (EasyHOME PureAIR со встроенными датчиками CO₂, VOC и H₂O) или контролируется вручную (EasyHOME Auto с базовой скоростью и интенсивным режимом Boost).

Новинки NAVIEN на выставке Aquatherm 2019

На выставке Aquatherm Moscow 2019 компания «Навиен Рус» представила посетителям новинки: профессиональный газовый конденсационный настенный котёл NFB (98 кВт); настенный конденсационный двухконтурный котёл NCB 700; газовый котёл для объектных и тендерных поставок DELUXE Expert; газовый одноконтурный настенный котёл Prime System. Согласно данным Aquatherm Connect, стенд NAVIEN, который был одним из самых больших на выставке (площадь двух этажей составила 246,5 м²), посетили более 1500 уникальных гостей из восьми стран мира.

Alfa Laval

Новый двухвинтовой насос «Альфа Лаваль»



«Альфа Лаваль» представила двухвинтовой насос — новое пополнение семейства насосов компании в санитарном исполнении. Он предназначен для применения в молочной, пищевой отраслях (в том числе при изготовлении безалкогольных напитков), на предприятиях по производству средств личной гигиены. Насос выполнен на базе проверенной и надёжной конструктивной платформы, обеспечивающей соответствие самым строгим гигиеническим стандартам. Он подходит как для перекачки различных продуктов. так и растворов систем безразборной мойки (CIP). Насос обладает целым рядом достоинств малой пульсацией, щадящим воздействием на содержащиеся в жидкостях твёрдые примеси и оптимальными характеристиками всасывания. Это обеспечивает большую гибкость процесса, высокую надёжность, простоту и удобство обслуживания, повышенную эксплуатационную безопасность. Все эти досточиства упрощают работу с насосом и сокращают затраты, сводя к минимуму риск загрязнения и увеличивая выход продукции.

В новом двухвинтовом насосе «Альфа Лаваль» объединены возможности объёмного и центробежного насосов. Представляя собой систему «2-в-1», он легко справляется с перекачкой технологических сред различной вязкости и моющих растворов СІР-систем. Это позволяет упростить трубную обвязку и управление насосом, что, в свою очередь, сокращает затраты и снижает риск загрязнения. Хорошие всасывающие характеристики при исключительной высоте подачи и малом требуемом положительном напоре на всасывании (NPSHr) расширяют возможности установки и увеличивают полноту извлечения продукта. Кроме того, плавность работы вследствие малой пульсации и щадящее воздействие на содержащиеся в жидкости твёрдые примеси уменьшают вероятность повреждения продукта.



Новая сплит-система Midea BreezeleSS+

В новой сплит-системе Midea BreezeleSS+ использованы три уникальных разработки, обозначенные тремя S: Speed, Soft, Surround («скорость, комфорт, объёмная прохлада»). Скорость охлаждения обеспечивается сверхвысокой частотой работы компрессора (65 Гц за 6 с), высокой скоростью вращения вентилятора и широким (70 мм) воздуховыпускным отверстием. Всё это позволяет кондиционеру BreezeleSS+ снизить температуру в помещении за 60 с. Повышенный комфорт блок обеспечивает за счёт особого дизайна дефлектора, это главная отличительная особенность модели. Воздух в помещение подаётся через 7928 отверстий в форме песочных часов. Они разбивают и расширяют воздушный поток. Кроме того, BreezeleSS+ — первый кондиционер, дополнительно подающий воздух из боковых поверхностей блока.

ADRIAN GROUP

ADRIAN smart – система управления газовыми воздухонагревателями

ADRIAN GROUP представила новую систему управления для всех типов газовых воздухонагревателей ADRIAN-AIR. Сердцем управления является программируемый Wi-Fi-контроллер ADRIAN smart со встроенным управляемым проводом.



Теперь программирование термостата, контроль температуры, а также наблюдение за температурой в реальном времени можно осуществить не выходя из дома. Всё, что нужно, — это Wi-Fi-подключение, Интернет и смартфон. В дополнение к управлению газовыми воздухонагревателями система также позволяет легко контролировать их работу тремя светодиодами. Чтобы упростить монтаж, был создан интегрированный комплектный блок управления, который можно легко подключить.

KAN-therm Groove

Инсталляционная система: System KAN-therm Groove



Система KAN-therm пополнилась ещё одной инсталляционной системой: System KAN-therm Groove. Основой для выполнения соединения трубы с трубой или трубы с фитингом, выбранным из ассортимента KAN-therm Groove, является муфта с болтовым зажимом. Её конструкция состоит из трёх элементов: корпуса муфты из чугуна с шаровидным графитом, уплотнительной манжеты EPDM и комплекта болтов с гайками из оцинкованной углеродистой стали. Элементы, которые будут соединяться между собой,

должны иметь специальный паз для фиксации клиньев корпуса муфты. Система поставляется в диапазоне диаметров от 1" до 12" и может применяться для отопления, водоснабжения и пожаротушения. Муфты бывают как жёсткие, так и гибкие, что позволяет производить как прямолинейный монтаж, так и отклоняться от оси трубопровода на соединениях, укладывая трассу с изгибом. Продукция сертифицирована на территории РФ.

«Старт»

Новая модель пеллетного котла



Модельный ряд пеллетных котлов «Старт» дополнился новой моделью — «Старт-35-GR». Котёл соответствует пятому классу по европейской классификации — это самые жёсткие требования по уровню вредных выбросов и величине КПД. Котёл имеет максимальную мощность 35 кВт и может работать как на древесных, так и на агропеллетах любого размера. Котёл может комплектоваться бункером объёмом от 300 до 600 л, а также удобным и современным модулем GSM-управления с помощью смартфона или через Интернет. Как и все котлы «Старт», этот котёл изготавливается из стали толщиной 6 мм, топочная камера

имеет двухстороннюю проварку швов, а швы теплообменника и внешние швы котла идеально свариваются специальным роботом КИКА. На все котлы предоставляется гарантия 24 месяца, которая сохраняется даже при самостоятельном монтаже котла.

Ventec

Новые шумозащитные клапаны Ventec



С 2019 года компания Ventec стала поставлять на российский рынок оконные приточные клапаны с повышенными шумозащитными свойствами для защиты помещений от уличного шума. Модель Ventec VT1300 имеет поток воздуха 30 м³/ч (20 Па) и шумовую защиту $D_{\rm n,e}$ = 42 (0; -2) дБ(A). Модель VT300 — 32 м³/ч (20 Па) и шумозащиту $D_{\rm n,e}$ = 40 (0; -1) дБ(A). Отличительными особенностями приточных клапанов серии VT являются: повышенная шумозащита; три ручных створки регулирования для точной настройки потока воздуха; наличие встроенного ограничителя расхода для защиты от ветровой нагрузки; пять стандартных цветов RAL в производственной программе и изготовление под требуемый RAL на заказ. Шумозащитные приточные клапаны подходят для любого типа профиля. Монтаж при помощи фрезерования окна обеспечивает пропускную способность до 35 м³/ч. Широкая линейка габаритных размеров от 277 до 400 мм.



Будущее с ТЕСЕ

На выставке Batimat Russia 2019 в «Крокус Экспо» с 12 по 15 марта состоялись тренировки Национальной сборной WorldSkills Russia и соревнования по стандартам WorldSkills в компетенции строительного блока «Сантехника и отопление». Компания ТЕСЕ обеспечила всех участников профессиональным инженерным оборудованием, необходимым для качественного выполнения конкурсных испытаний мирового уровня.

22–27 августа в Казани пройдёт 45-й мировой Чемпионат по профессиональному мастерству. Его основные задачи — привлечь внимание общества к развитию профессиональных навыков, повысить их популярность, создать условия для создания высоких профессиональных стандартов. В чемпионате в Казани примут участие около 1500 конкурсантов из 70 стран, которые будут соревноваться более чем в 50 компетенциях.



Президент РФ В.В. Путин в ежегодном послании Федеральному Собранию поддержал Чемпионат рабочих профессий WorldSkills. «Давайте пожелаем нашей команде успехов. Этот успех значим для повышения престижа рабочих профессий, рабочих специальностей», — заявил Владимир Путин. По словам президента, необходимо ускорить модернизацию среднего профессионального образования и к 2022 году переоснастить современным оборудованием более 2000 мастерских в колледжах и техникумах.

Немецкий производитель — компания ТЕСЕ — является не только официальным техническим партнёром WorldSkills Russia с 2014, но и принимает самое активное участие в разработке большинства конкурсных заданий. В ходе проведения Batimat Russia 2019 дополнительно состоялся Второй открытый чемпионат Plumbing Star. Посетители Batimat Russia могли более подробно ознакомиться с подробностями сдачи демонстрационного экзамена в компетенции «Сантехника и отопление».

• НОВОСТИ • •



Компания GiGas

Krats – дымоходы, сделанные роботами

Российский завод по производству коаксиальных дымоходов внедрил немецкий роботизированный комплекс КИКА для сварки металла встык. На данный момент можно смело сказать, что это единственное производство дымоходов в России, в котором используются немецкие роботы КИКА для сварки алюминия/стали встык. В 2013 году в компании

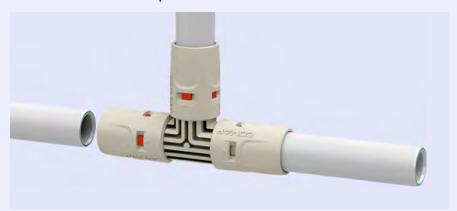


000 «ГазСтройИнвест» (город Уфа) началась разработка собственного проекта по производству дымоходов для бытовых газовых котлов. Было принято решение использовать новейшие технологии в производственном процессе. Для этого был внедрён немецкий роботизированный комплекс КИКА, состоящий из трёх роботов для сварки в среде защитных газов. Сварка встык отводов (колено подключения) придаёт готовой продукции эстетичный внешний вид (ввиду отсутствия гребней) и 100%-ю герметичность. Данная продукция выигрывает в качестве и эстетике у турецких и китайских производителей.



COMAP

Система новых фитингов СОМАР



СОМАР расширил линейку фитингов для полимерных труб. Новая система значительно упрощает монтаж систем водо-, тепло- и холодоснабжения.

Параметры — 10 бар / 95°С, 5-й класс эксплуатации, система сертифицирована по ISO EN 21003, DVGW, KIWA, KOMO, NF.

Прежде всего новинками являются непосредственно пресс-фитинги — латунные и PPSU, которые имеют усиленный рёбрами жесткости корпус. Наличие стопорного кольца позволяет облегчить монтаж, после чего оно снимается, что позволяет легко определить несмонтированное соединение.

Для монтажа подойдёт инструмент с любым из типов профилей — TH, H или U.

Особенной новинкой являются push-фитинги, представленные очень широким ассортиментом, включая резьбовые комплектующие, а также водорозетки. Соединение вида push собирается без инструмента и без фитингов другого типа. В результате неразъёмное соединение может быть проложено скрыто. Одно соединение менее чем за 7 секунд! Все фитинги закрыты заглушками для защи-

ты от пыли и грязи.

Гарантия на систему — 10 лет.

«Ламин»

Обновлённые радиаторы серии Premium



Постоянно совершенствовать и улучшать качество реализуемой продукции — одна из основных задач компании «Ламмин». Масштабная работа была проведена по усовершенствованию биметаллических и алюминиевых радиаторов серии Premium, что позволило улучшить эксплуатационно-технические характеристики приборов и их потребительские свойства. Основные изменения коснулись конструктивной части секций — ламелей. Перед-

ние и задние «лепестки», которые, нагреваясь от теплоносителя, передают тепло в помещение, стали выше и шире — их общая площадь увеличилась на 12%. Теперь потребитель сможет получить радиатор с увеличенной площадью теплосъёма, а значит — и с увеличенной теплоотдачей. Также были внесены изменения в конструкцию боковых ламелей — дополнительные элементы «работают» на теплообмен и улучшение конвекционного потока. Было уделено внимание и внешнему виду радиаторов, а точнее — механической обработке швов и соединений, благодаря чему улучшена эстетика каждой секции.

Обновлённые биметаллические и алюминиевые радиаторы серии Premium уже прошли необходимую сертификацию и соответствуют требованиям нормативных документов ГОСТ. Протоколы испытаний и сертификаты соответствия доступны для ознакомления в разделе «Документация». Улучшение радиаторов серии Premium позволило повысить их конкурентоспособность на рынке отопительного оборудования при сохранении невысокой цены, а значит — надёжные и долговечные радиаторы смогут появиться в каждом доме.

Кондиционеры Kentatsu Turin (KSGU)



В новой серии инверторных настенных кондиционеров Kentatsu Turin (KSGU_HZ/KSRU_HZ) пять моделей с производительностью от 2,2 до 6,16 кВт. Все модели имеют сезонную энергоэффективность класса А++. Внутренние блоки отличаются плавной формой и оригинальными боковыми вставками.

Особенность кондиционеров Turin — функция поддержания температуры в помещении на уровне $+8\,^{\circ}$ С в режиме обогрева, а благодаря тому, что нижний предел рабочих температур в режиме обогрева достигает $-15\,^{\circ}$ С, новинки позиционируют себя как экономичное подспорье традиционным системам отопления. Нижняя граница рабочего диапазона температур в режиме охлаждения также составляет $-15\,^{\circ}$ С, поэтому Kentatsu Turin можно использовать не только в жилых помеще-

ниях, но и в небольших серверных или складских помещениях.

Кондиционеры Turin дают богатый выбор функциональных возможностей. Функция «Комфортный сон» предназначена для улучшения условий во время отдыха. Если беспокоит свечение дисплея внутреннего блока, его можно отключить.

Для повышения уровня комфорта удобна функция «Локальный микроклимат». При нажатии кнопки Тетр на дисплей ИК-пульта поочерёдно выводятся значения заданной и реальной температур в помещении. Угол наклона воздушной заслонки можно зафиксировать в одном из семи положений с учётом предпочтений пользователя. 24-часовой таймер настраивается с точностью до получаса. Режим ограничения потребления электричества, пользовать

Режим ограничения потребления электричества позволяет продолжать пользоваться кондиционером при включении приборов с высоким энергопотреблением.

В режиме обогрева оттаивание теплообменника наружного блока запускается только при необходимости и только на время, необходимое для полного оттаивания, что сокращает потребление электроэнергии.



GREE

Инверторная Lyra

Сплит-система Lyra on/off дебютировала на выставке «Мир Климата 2017» и на протяжении двух лет является хитом продаж. Помимо улучшенных технических характеристик, её главная особенность — мягкий золотистый цвет панели. В преддверии «Мир Климата 2019» GREE выпустил очередную новинку: инверторную версию сплит-системы Lyra. К достоинствам предшествующих классических моделей прибавилась точность поддержания заданной температуры, быстрое охлаждение, тщательный контроль температуры, стабильная работа при низких температурах, как в режиме обогрева, так и охлаждения. Инверторная серия имеет тот же дизайн панели в цвете champagne и представлена пятью моделями от 7000 до 24000 BTU/h. Инверторный компрессор поможет сэкономить до 50% электроэнергии.



Tropik-Line

Расширен модельный ряд тепловентиляторов Tropik-Line

В 2019 году компания Tropik-Line запустила в производство новые водяные тепловентиляторы серии AERO, сменившие устаревшую серию ТВВ. В тепловентиляторах AERO применяются передовые технические решения, а их современный дизайн позволяет использовать вентиляторы почти в любом помещении.

В линейку AERO входят модели: AERO 15D30 мощностью 14,4 кВт, диаметр вентилятора 300 мм; AERO 25D35 мощностью 23,6 кВт, диаметр вентилятора 350 мм; AERO 35D40 мощностью 36,2 кВт, диаметр вентилятора 400 мм. Все тепловентиляторы имеют три скорости потока воздуха и возможность подключения к смесительному узлу и терморегулятору. Гарантия на водяные вентиляторы серии AERO составляет три года.

FV-Plast

В игру вступает полипропилен нового поколения

Компания FV-Plast постепенно прекращает выпуск труб из PP-R, заменяя их аналогичной продукцией из полипропилена нового поколения — PP-RCT. По данным завода, перечисленные ниже трубы будут производиться только из PP-RCT: все трубы PN16 (диаметры 40, 50, 63, 75, 90 и 110 мм); все трубы FASER (диаметры 75, 90 и 110 мм); все трубы PN20 (диаметры 75, 90 и 110 мм).

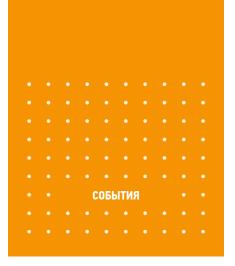


У труб из PP-RCT выдающиеся характеристики. Даже с меньшей толщиной стенки они обладают одинаковой или лучшей стойкостью к давлению и высоким температурам по сравнению с продукцией из PP-R. Проходное сечение увеличено на 20%, тепловое расширение в три раза меньше в отличие от труб из PP-R (для труб FASER и STABIOXY).



Важно, что трубопроводные системы из PP-RCT имеют линейный характер изотермической кривой долговечности в течение всего времени эксплуатации (что говорит о бо́льшем сроке службы данного вида труб, более 50 лет), в то время как у PP-R при температуре более +70°С значительно уменьшается сопротивление давлению и срок эксплуатации. При этом стоимость труб из PP-RCT и PP-R сопоставима. Такие изменения, особенно среди ведущих производителей, безусловно задают тренд, имеющий большое значение для всей отрасли инженерных систем и жилищно-коммунального комплекса.

Официальный представитель завода FV-Plast в России — компания «МИАНО ФВ РУС».



Anipa

ISH 2019: доля иностранных посетителей под-нялась до рекорд-ного уровня

Проводимая один раз в два года выставка ISH, по сути, является одновременно итоговым этапом демонстрации достижений и началом внедрения новинок производства в указанном секторе — именно к этой выставке многие производители приурочивают выход на рынок своих новинок. Масштабность и значимость этой выставки обусловлены в первую очередь экономическим фактором — Германия обладает огромными промышленными мощностями и крупными производственными объединениями, многие из которых имеют уже более чем вековую историю и сегодня задают технический прогресс. Традиционно в рамках выставки

проходят научные семинары и пресс-конференции, а также присуждается премия Design Plus за выдающийся и особенный инновационный дизайн продукции. Что касается нынешней выставки, то, по мнению её организаторов, снижение количества посетителей по сравнению с прошлым годом связано прежде всего с пониженной экономической конъюнктурой в данном секторе рынка.

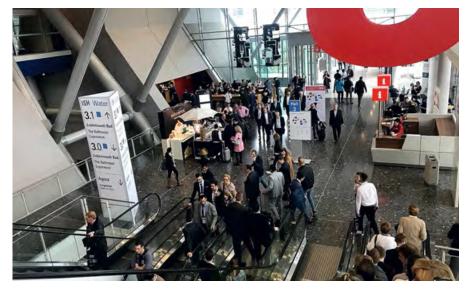
С 11 по 15 марта около 190 тыс. посетителей (2017 год: 198 810) из 161 страны (2017 год: 153) отправились во Франкфуртский выставочный центр, чтобы познакомиться с последними новинками и тенленциями на выставке ISH 2019.

ISH, ведущая в мире выставка HVAC + Water, ещё раз продемонстрировала свою важность для немецких и международных посетителей и экспонентов. Достижение целей в климатическом секторе возможно только путём объединения технологий и профессионалов. Благодаря бесчисленным представленным решениям глобальное место встречи специалистов породило множество свежих и ориентированных на будущее трендов.





Крупнейшими странами-посетителями ISH стали Китай. Италия. Нидерланды. Франция. Швейцария, Великобритания, Польша, Бельгия, Австрия и Чешская Республика. Крупнейшими целевыми группами посетителей были представители секторов производства и торговли климатическими и прочими установками. Кроме того, результаты исследования рынка подтвердили высокий уровень удовлетворённости посетителей предложением выставки — на уровне 97%



В течение пяти дней 2532 экспонента (868 — из Германии, 1664 — из-за рубежа) из 57 стран впервые представили свои новинки во Франкфурте-на-Майне. В то же время значительно более высокий уровень интернациональности означал, что ISH стала ещё более актуальной: 66% участников (2017 год: 64%) и почти 48% посетителей (2017 год: около 40%) приехали из-за пределов Германии.

«ISH ещё раз продемонстрировала, что объединяет всех международных игроков из этого сектора. Только вместе можно достичь климатических целей — естест-

венно, в личном диалоге здесь, на выставке ISH. Этому также способствовало изменение последовательности дней проведения с понедельника по пятницу», — сказал Вольфганг Марзин, президент и главный исполнительный директор Messe Frankfurt.

Крупнейшими странами-посетителями были Китай, Италия, Нидерланды, Франция, Швейцария, Великобритания, Польша, Бельгия, Австрия и Чешская Республика. Крупнейшими целевыми группами посетителей были представители секторов производства и торговли

климатическими и прочими установками. Кроме того, результаты исследования рынка подтвердили высокий уровень удовлетворённости посетителей предложением выставки — на уровне 97 %.

И экспоненты, и посетители оценили перспективы ISH в позитивном ключе. Со стороны экспонентов 92% считают выставку удовлетворительной с тенденцией к улучшениям. В случае немецких экспонентов это значение было ещё выше — 93%. Что касается посетителей, общий уровень удовлетворённости составил 92%, а у немецких торговых посетителей — 94%.









Messe Frankfurt. Справка

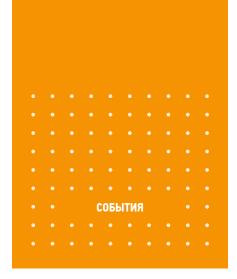
Меsse Frankfurt — крупнейшая в мире выставка-ярмарка, конгресс и организатор мероприятий с собственной выставочной площадкой. Штат компании насчитывает более чем 2500 сотрудников в 30 офисах. Годовой объём продаж компании составляет около €715 млн. Благодаря широким связям с соответствующими секторами и международной сетью продаж, группа эффективно следит за деловыми интересами своих клиентов. Широкий спектр услуг — как на месте, так и в Интернете — гарантирует, что клиенты во всём мире получают услуги неизменно высокого качества и гибкость при планировании, организации и проведении мероприятий. Широкий спектр услуг включает в себя аренду выставочных площадок, строительство выставок и маркетинг, обслуживание персонала и питание. Франкфуртская выставка Messe Frankfurt принадлежит непосредственно городу Франкфурту-на-Майне (на 60%) и федеральной земле Гессен (на 40%).

Дополнительная информация доступна по адресу: www.messefrankfurt.com

Intersec Forum: безопасность и защита на подъёме

Состоявшаяся одновременно с ISH четвёртая конференция по технологиям обеспечения безопасности подключений Intersec Forum завершилась после двух насыщенных дней, в среду (13 марта). В конференции приняли участие 320 немецких и международных специалистов в области планирования, монтажа и эксплуатации подключённых систем зданий и сооружений (2017 год: 180 участников).

Следующая ISH пройдёт во Франкфуртена-Майне 22—26 марта 2021 года. •



Выставка Aquatherm Moscow 2019 успешно открыла сезон

12—15 февраля 2019 года в Москве с успехом прошла 23-я Международная выставка оборудования для отопления, водоснабжения, инженерно-сантехнических систем, вентиляции, кондиционирования, бассейнов, саун и спа Аquatherm Moscow 2019. Мероприятие подтвердило позитивные тенденции рынка рекордным количеством посетителей и участников деловой программы. Генеральный медиапартнёр выставки — журнал С.О.К.

TO CONSTITUTION OF THE PROPERTY OF THE STATE OF THE STA

Стратегически важную для отрасли площадку посетили 29879 профессионалов из 52 стран и 80 регионов Российской Федерации: представители компаний, специализирующихся на оптовой (32%) и розничной (16%) торговле, монтаже инженерных систем и коммуникаций (22%), производстве оборудования (10%), строительстве (6%), проектировании инженерных систем (5%), управлении и эксплуатации объектов недвижимости (3%) и других смежных отраслях. По данным исследования аудитории выставки, более 90% посетителей-специалистов участвуют в принятии решений о закупках в своей компании. Количество посетителей из стран СНГ выросло на 6% в сравнении с данными 2018 года, что говорит об увеличении значимости выставки для рынка этого региона.



В экспозиции выставки были представлены стенды 770 участников из 30 стран, среди которых: Agpipe, AGRU, Apator Metra, Aquario, BAXI, Belimo, Berke Plastik, Brinko, BWT, Chemoform, Comisa, Condair, Craft, Daesung Celtic, De Dietrich, Emec, Erbach, Espa, Ferroli, Fondital, Forte Holding, Frisquet, FV-Plast, Genebre, General Fittings, Grando, Grünbeck, Guray Makina, Heisskraft, HERZ Armaturen, K-Flex, Kalde, Kiturami, MINIB, MRU, NAVIEN, Only, Oventrop, Pahlen, PROFACTOR Armaturen, Reliance

Worldwide Corporation, REMS, Resideo / Honeywell, Riello, Rinnai, Rols Isomarket, Rothenberger, Sanha, SFA Group, Siemens, Sit Group, SPECK Pumpen, SYR Hans Sasserath, TECE, Tesy, Testo, Unipump, Valtec, Viega, VIR, Virax, Wavin Ekoplastic, Wirquin, «Акваполис», «Аквафор», «Альтерпласт», «АНИпласт», «Арзамасский приборостроительный завод», «Валф-Рус», «ВЕЗА», «Дюйм», «Завод Лит», НПП «Итэлма», «Кофулсо», «Маркопул», «Рифар», «Ростурпласт», «Русклимат», «Сан-Хаус», «Сантехкомпект», «Терем», «Топол-Эко», «ЭВАН», «Эго Инжиниринг» и многие другие.

В специализированном разделе оборудования для бассейнов, саун и бань World of Water & Spa в этом году были представлены 63 компании, включая 14 абсолютных новичков выставки Aquatherm Moscow 2019.

Елена Зеленина, директор выставки, Reed Exhibitions

— Выставка Aquatherm Moscow — безусловно известное и значимое мероприятие на международной арене, поэтому выставка на постоянной основе входит в список мероприятий, обязательных для участия и поддержки со стороны крупнейших отраслевых ассоциаций европейских и азиатских стран. Каждый год мы наращиваем международное участие за счёт новых государственных павильонов, и этот год не стал исключением.

Aquatherm Moscow 2019:

- 1. 29879 уникальных посетителей.
- 2. 770 участников из 30 стран.
- 3. 237 новых участников.
- 4. Общая площадь свыше 38 тыс. м².
- 5. 1820 делегатов деловой программы.
- 6. 11 мероприятий, более 70 спикеров.

В выставке Aquatherm Moscow 2019 приняли участие представители национальных павильонов при государственной поддержке Германии, Индии, Италии, Китая, Турции и Чехии. Официальный павильон Чехии при поддержке Министерства промышленности и торговли Чешской Республики (Czech Trade), участниками которого выступили компании MINIB, HP trend, Mandík, Czech Water Alliance, Vagner Pool и Blaze Harmony, был организован на выставке впервые.



Полный спектр оборудования для отопления и водоснабжения: новое на выставке — главное на рынке

Традиционно на Aquatherm Moscow специалисты получили максимальный обзор оборудования, технологий и новинок в сегменте отопительного оборудования для бытовых, коммерческих и промышленных объектов: в этом году более 250 компаний представили свою продукцию.

Эффективность продолжает вдохновлять развитие отопительного рынка: многие производители предложили клиентам обновления в линейках конденсационных котлов, значительно увеличивающих КПД отопительных систем. Большим спросом пользовалась новая продукция корейских брендов — например, компания NAVIEN, которая представила целую серию новинок: одноконтурный котёл на основе котла Prime, котёл DELUXE S, тендерный котёл DELUXE Expert для поквартирного отопления и конденсационный котёл NCB 700, в котором был произведён ряд доработок, благодаря чему теперь модель абсолютно адаптирована к российскому рынку и к рынку стран СНГ. Среди новинок De Dietrich — усовершенствованные конденсационные котлы Evadens

с автоматикой пятого уровня и возможностью одновременного подключения до трёх смесителей. Также среди многих компаний, которые сделали ставку на конденсационные котлы: Riello, Fondital, Frisquet, Kiturami, Daesung Celtic Enersys и другие.

Эргономичность и удобство управления — ещё один тренд, который влияет на мировую и российскую индустрию отопления. Следуя ему, новый участник выставки — компания TESY — впервые на европейском рынке представила свою новую модель водонагревателя с особенно узким корпусом, оснащённую двумя бака-





Компания «Тэсто Рус» на выставке Aquatherm Moscow 2019

Компания «Тэсто Рус» уже в 13-й раз приняла участие в выставке Aquatherm Moscow. Приятно отметить, что за последнее время количество посетителей мероприятия выросло. На стенде «Тэсто Рус» у посетителей была возможность протестировать немецкое оборудование на демонстрационных стендах — системах отопления и вентиляции.

Компания представила новинку для анализа дымовых газов — трёхячеечный смартанализатор testo 300. Он оснащён усовершенствованными сенсорами со сроком службы до шести лет, датчиками для измерения тяги в дымоходе и модульными зондами для отбора пробы. Прочный корпус позволит не беспокоиться за целостность прибора. Благодаря дисплею с функцией smart-touch, специальным меню для разных измерений и возможности легко отправлять результаты по электронной почте, настройка котлов и горелок становится проще.

Всего стенд посетило порядка 500 специалистов и экспертов различных отраслей, от строительства и эксплуатации зданий до газодобычи.



ми и системой смарт-управления. Компания Frisquet продемонстрировала новые котлы серии Evolution с возможностью подключения многозональной системы управления отопительными контурами, а также систему управления с помощью мобильного приложения Frisquet Connect. Компания «ЭВАН» в рамках выставки впервые презентовала семиступенчатый электрокотёл Warmos с функционалом мини-котельной. Одними из ключевых объектов на стенде ТПХ «Русклимат» стали инновационные электрические накопительные водонагреватели, полированные баки с плоским сухим ТЭНом и бочки Smart Inverter с управлением через Wi-Fi и встроенной музыкальной колонкой от бренда Electrolux.









Большое количество новостей приготовили посетителям и итальянские бренды. Например, компании Riello и Ferroli в этом году приняли участие в выставке после перерыва, чтобы подчеркнуть масштабные планы развития на российском рынке. Компания Fondital анонсировала открытие производства в РФ и новое позиционирование не только как итальянского, но и как российского производителя.

Компания CFD — также новое имя на выставке в 2019 году — представила свою новую линейку напольных чугунных котлов для ОЕМ, рассчитанных на разные виды топлива: газ, дизельное топливо, дрова и пеллеты. Котлы на древесном топливе (пеллетах, щепе и дровах) впервые заявила на российском рынке и хорватская компания Centrometal.

Введение новых норм по обязательной сертификации радиаторов в этом году отразилось на росте интереса к российским производителям на выставке. Например, один из новых участников выставки — Невинномысский радиаторный завод — представил новые алюминиевые радиаторы и электрический энергосберегающий обогреватель. Компания «РИФАР», постоянный участник Aquatherm Moscow, продемонстрировала на стенде своё новое

поколение монолитных радиаторов отопления, секции которых соединяются с помощью контактно-стыкового метода сварки, позволяющего достичь максимальной надёжности, а также запатентованную полку для сушки, крепящуюся прямо на радиатор.

Среди новинок в этом сегменте — модель для поквартирного отопления Fondital, которую компания специально разработала для российского рынка и данного типа объектов, а также новые типы радиаторов, выпуск которых был налажен на новой производственной площадке Fondital в Липецке.



В секторе оборудования для водоснабжения бытовых, коммерческих и промышленных объектов были продемонстрированы решения более 220 компаний. Концерн BWT представил новые линейки умягчителей и диспенсеров для питьевой воды, профессиональную продуктовую линейку BWT Water & More для сегмента HoReCa, а также новое направление — широкий ассортимент оборудования для частных бассейнов и гидромассажные спа-системы бренда Ргосорі. Компания Grünbeck, постоянный участник выставки, презентовала новую серию фильтров pureliQ, дополненную автоматическим фильтром. Компания Unipump продемонстрировала новые электродвигатели общепромышленного назначения, погружные скважинные, дренажные насосы и канализационные станции. Представители ESPA провели демонстрацию возможностей работы флагманских продуктов насосного оборудования компании — установок повышения давления ESPA и автоматических насосных станций. Российский производитель насосных станций «Линас» представил автоматические установки поддержания давления и заполнения станций на основе вертикальных многоступенчатых насосов.





Оборудование для климатического контроля

Оборудование для климатического контроля было представлено более чем 30-ю компаниями, также включая новые имена. Например, компания Condair представила парогенераторы для хамамов, бань и спа, а также высококачественные пароувлажнители для крупных общественных и промышленных объектов.

Среди более 200 компаний, специализирующихся на производстве и поставках труб, фитингов и арматуры, которые приняли участие в Aquatherm Moscow в этом году, посетители также смогли найти новую продукцию и имена. Например, новый участник выставки, НПО «Сплав», продемонстрировал специалистам результаты совместных разработок с МГУ им. М.В. Ломоносова — арматуру для эксплуатации при повышенных температурах, высоком давлении и в условиях воздействия коррозионных и агрессивных сред для газовой, нефтяной и химической отраслей, металлургии, атомной промышленности и судостроении, а компания Antares for Water & Fire впервые на российском рынке представила латунные комплектующие и сменные части для котлов и горелок собственного производства.

При поддержке WorldSkills компания Viega успешно провела среди посетителей соревнования по монтажу дизайн-радиаторов с помощью своей продукции — пресс-инструмента, труб и фитингов Sanpress Inox, а также продемонстрировала новинку сезона — пресс-систему Viega Smartpress.

О своём новом направлении — разработке, производстве и внедрении этажных коллекторных узлов для отопления и водоснабжения многоквартирных домов — заявила на выставке компания Valtec, также представив на стенде обновления в линейках коллекторов, шламоуловителей и регулирующей арматуры. Новое производство гофрированных труб из полипропилена-блоксополимера для безнапорных подземных систем хозяйственно-бытовой канализации, систем водоотведения промышленных стоков, ливневой канализации, дренажных систем анонсировал московский завод FDplast. Среди новинок сезона компании «Эго Инжиниринг» — PP-R-переход Pro Aqua на трубы PE-X, шаровые краны, фитинги, а также гофротруба Flexi Guard.

Контрольно-измерительные приборы и системы автоматизации

Контрольно-измерительные приборы и системы автоматизации были представлены на выставке более чем 70-ю компаниями. Компания Siemens познакомила посетителей с новыми комнатными тер-

мостатами RDJ100 и RDH100 с возможностью выбора метода управления и отслеживанием необходимости обслуживания оборудования. Компания «Марк» продемонстрировала на стенде новое поколение мультиблоков для нагревательных, промышленных тепловых установок и газовых двигателей.

Кроме того, посетители смогли ознакомиться с широким ассортиментом оборудования для отопления и водоснабжения на стендах крупнейших торговых компаний отрасли: к примеру, компания «Дюйм» в этом году помимо собственных разработок представляла на Aquatherm Moscow 2019 продукцию 54 поставщиков из России и Европы, включая оборудование, которое впервые было введено в ассортимент компании в этом сезоне.

Aquatherm Moscow 2019 - организация и поддержка

Организаторы благодарят за поддержку государственные и отраслевые ассоциации:

- 1. Федеральное Министерство экономики и энергетики Германии (BMWi).
- 2. Ассоциацию выставочной индустрии Германии (АИМА).
- **3.** Федерацию европейских ассоциаций инженеров в области отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха (REHVA).
- 4. Специальное агентство Торговой палаты провинции Новара, Италия (EVAET).
- 5. Агентство по инвестициям, экспорту и туризму региона Пьемонт, Италия.
- 6. Германскую Ассоциацию плавательных бассейнов и оздоровления (BSW).
- 7. Международную Ассоциацию производителей павильонов для бассейнов, спа (IPC team).
- **8.** Ассоциацию промышленной обработки стали и металла (WSM).
- **9.** Испанскую Ассоциацию производителей оборудования для ванных комнат, сантехники и вентиляции (Amec Ascon).
- **10.** Федеральную промышленную ассоциацию Германии по жилищным, энергетическим и экологическим технологиям (BDH).
- 11. Федерацию индийских экспортных организаций (FIEO).
- **12.** Экспортный совет по продвижению инженерного и машиностроительного оборудования Индии (EEPC India).
- **13.** Чешский водный альянс (CWA).
- 14. Чешское агентство по поддержке торговли (Czech Trade).
- **15.** Ассоциацию климатических систем зданий (FGK), Германия.
- 16. Китайскую национальную ассоциацию производителей оборудования (СNHA).
- 17. Торгово-промышленную палату города Шунде (SGACC), Китай.

Деловая программа 12-15 февраля

Деловая программа Aquatherm Moscow 2019, которая в этом году впервые проходила в залах выставки, вызвала небывалый интерес специалистов. Обширность тематики мероприятий позволила специалистам из разных отраслей получить максимальное количество полезной информации об отрасли и технологиях, обсудить острые вопросы с участниками рынка и обменяться опытом с коллегами.

В течение четырёх дней 1820 делегатов посетили 11 мероприятий международной выставки Aquatherm Moscow:

вание при проектировании инженерных систем зданий и сооружений» (сооргани-



зданий и сооружений

Отраслевая конференция

BIM- и BEM-моделирование

при проектировании инженерных систем

ЗАВОК Александр Гримитлин, президент АС «АВОК Северо-Запад», вице-президент НОПРИЗ

1. Конференция «ВІМ- и ВЕМ-моделиро-

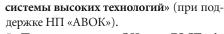


Александр Гудко, главный редактор журнала «Сантехника. Отопление. Кондиционирование»

затор — журнал С.О.К.); по совокупным данным ITE (считыватели штрихкодов) и регистраторов от С.О.К. мероприятие посетили 411 профессионалов отрасли; полная видеозапись мероприятия размещена в разделе «Видео» на сайте с-о-k.ru.

- 2. Конференция «Котельные на базе теплогенераторов малой и средней мощности: надёжность, энергоэффективность, модернизация и оптимизация затрат» (соорганизатор — журнал С.О.К.).
- 3. Второй Международный вентиляционный конгресс AirVent.
- 4. Конференция «Малоэтажное и коттеджное строительство. Инженерные





14 февраля 2019 года

- 5. Панельная сессия «С Новым ГОСТом!» (при поддержке АПРО).
- 6. Конференция «Бассейновый рынок сегодня» (при поддержке журнала «Банбас» и интернет-портала Банбас.Ру).
- 7. Панельная сессия «Российский рынок радиаторов и конвекторов в 2019 году» (при поддержке АПРО).



Презентации и полная видеозапись конференции «ВІМ- и ВЕМ-моделирование при проектировании инженерных систем зданий и сооружений»

Ольга Егорова, директор выставки, ІТЕ Москва

— Aauatherm Moscow — крупнейшая в России и странах Восточной Европы выставка в своём сегменте, она обязательна к посещению практически для всех специалистов отрасли. Для нас, как для организаторов, крайне важно, чтобы выставка была не только местом, где представляются оборудование и технологии, но и площадкой для повышения профессиональной квалификации. Поэтому мы стараемся идти в ногу со временем и каждый год совершенствуем и расширяем темы мероприятий деловой программы внедряем новые форматы приглашаем экспертов мирового уровня. В этом году все мероприятия проводились в специально построенных конференц-залах прямо на площадке выставки, и это дало свои результаты — рост числа делегатов составил 161 процент.



- 9. Панельная сессия «Верификация монтажников климатического оборудования» (при поддержке АПРО).
- 10. Конференция Гильдии инженеров газового оборудования и Союза трубочистов. 11. Панельная сессия «Обязательная сертификация. Проблемы и перспективы оценки соответствия отопительных при-

боров» (при поддержке АПРО).





Докладчиками выступили более 70 специалистов — представителей отраслевых ассоциаций, научно-исследовательских организаций и ведущих игроков рынка.

13 февраля состоялся Второй Международный вентиляционный конгресс AirVent. Конгресс стал центральным мероприятием деловой программы и главной площадкой для международного диалога о тенденциях климатической индустрии. Участники конгресса узнали мнения экспертов и обсудили международные экологические стандарты по климатизации, европейские тренды в сфере климатических решений: применение ВІМ; актуальные тенденции в секторе промышленных климатических систем; способы достижения идеального микроклимата в зданиях и, в частности, повышения качества микроклимата в многоквартирных домах; энергоэффективность высотных зданий, гигиенические аспекты вентиляционных систем, а также возможности децентрализации систем кондиционирования и вентиляции в МКД.

Организаторы конгресса: НП «АВОК», ITE Москва, Reed Exhibitions (Россия). Мероприятие состоялось при поддержке крупнейших отраслевых сообществ — ассоциаций ASHRAE, REHVA, Eurovent, BDH, CNHVAC, FGK — и Московского архитектурного института (МАрхИ).

В рамках деловой программы также состоялся семинар компании Galmet «Возобновляемые источники энергии. Эффективные системы будущего. Презентация новой продукции 2019».

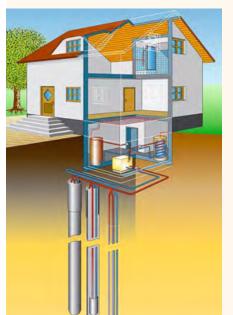
На деловой встрече, инициированной главным редактором журнала С.О.К. Александром Гудко, 13 февраля 2019 года на выставке было подписано соглашение о создании Ассоциации поддержки теплонасосной техники и внедрения наилучших доступных технологий энергосбережения (АПТТ).

Отзывы участников Герхард Глинцерер, владелец, компания HERZ Industries

— Мы участвуем в Aquatherm Moscow каждый год, и нам особенно понравилась выставка в этом году. Здесь мы встречаемся с большим количеством клиентов, партнёров, представителей инженерно-сантехнических компаний и, что для нас особенно важно, с клиентами из других стран — Грузии, Казахстана, Узбекистана, Киргизии и Беларуси. Я вижу большой интерес к российскому рынку и думаю, что в ближайшем будущем Россия станет ещё более важным рынком для нас и для всей планеты.

Сергей Шмырин, компания 000 «ПК «Теплов и Сухов»

— Традиционно на Aquatherm Moscow мы встречаемся с нашими коллегами, дилерами, клиентами, потенциальными клиентами, с которыми мы обсуждаем перспективы развития бизнеса. Выставка нам нравится: здесь очень много клиентов и заинтересованных лиц, которые приезжают из самых различных уголков России и зарубежья и задают интересные вопросы.



Виктория Куницкая, директор по развитию в сегменте розничных продаж, компания 000 «Ферроли Рус»

— Очень благодарны выставке Aquatherm Moscow: здесь мы встретились с дистрибьюторами, дилерами второго и третьего дивизионов, очень полезными и очень важными для нас. Участие в выставке было ключевым событием сезона, где мы планировали донести до рынка новую политику представительства, и именно здесь мы это успешно реализовали.

Вадим Никольский, директор по развитию, компания «Дюйм»

— Участие в выставке Aquatherm Moscow очень важно для нас, поскольку это возможность за очень короткое время донести информацию об изменениях в компании и о новинках ассортимента.

Денис Рындин, главный инженер, компания 000 «Фондиталь»

— В этом году Aquatherm Moscow приобрела дополнительный импульс: буквально на глазах видно повышение интереса посетителей, рост посещаемости нашего стенда, да и всей выставки. Мы надеемся, что это даст свой результат в конечных цифрах по итогу этого года.

Юрий Калаушин, директор, компания «Риелло Россия»

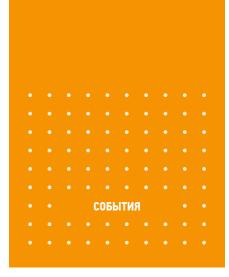
— Мы ожидали большой поток посетителей на выставку и наш стенд, но результаты превзошли все наши ожидания. Мы считаем, что это большой успех. Наша компания была в этом году снова представлена на выставке Aquatherm Moscow, что вызвало особый интерес посетителей, которым мы очень довольны.

Ирина Бернштейн, директор по развитию в России, Казахстане и Беларуси, компания Condair

— Наш концерн впервые участвует в выставке Aquatherm Moscow. Мы приятно удивлены количеством посетителей: мы выставляемся на многих выставках на территории Российской Федерации, и можем сказать, что Aquatherm — одно из сильнейших мероприятий в стране по количеству, компетенции и профессионализму посетителей.

Екатерина Демченко, менеджер по маркетингу, Невинномысский радиаторный завод (000 «НРЗ»)

— Выставка очень впечатляет: здесь много производителей, шикарные стенды — есть к чему стремиться, и очень приятно видеть наше российское производство, которое развивается с каждым годом.





XVI Международный конгресс «Энергоэффективность. XXI век...» с успехом прошёл в Москве

4 марта 2019 года в рамках юбилейной выставки «Мир Климата» прошли мероприятия деловой программы XVI Международного конгресса «Энергоэффективность. XXI век. Инженерные способы снижения энергопотребления», информационную поддержку которому оказалжурнал С.О.К.

По традиции открыла форум пленарная сессия. В этот раз она была посвящена обсуждению вопросов, связанных с обеспечением требований по энергоэффективности при реализации российских нацпроектов. Выступающие затронули темы нормативно-правового регулирования, стандартизации, технологического обеспечения и инноваций.

Открывая конгресс, модератор пленарной сессии, президент НОЭ, председатель Оргкомитета форума Владимир Пехтин подчеркнул важность всестороннего подхода при выработке предложений и решений в области снижения ресурсо- и энергопотребления: «Именно поэтому требования по энергоэффективности напрямую или косвенно отражаются

в различных главах указа Президента России №204 и в государственных программах "Экология", "Жильё и городская среда", "Цифровая экономика". И профессиональное сообщество обязано принимать самое активное участие в выработке предложений по повышению энергоэффективности».

Поддержал этот тезис в своём приветствии конгрессу президент НОПРИЗ, народный архитектор России, академик

Пленарная сессия, по традиции открывающая форум, была посвящена обсуждению вопросов, связанных с обеспечением требований по энергоэффективности при реализации нацпроектов





Михаил Посохин: «Для создания энергоэффективных зданий у проектировщика должна быть актуальная работающая нормативно-правовая и нормативнотехническая базы. Здесь, на конгрессе, уже не первый год вырабатываются достойные профессиональные предложения по актуализации этих баз. В том числе по этой причине НОПРИЗ является многолетним партнёром форума и принимает в мероприятиях его деловой программы активное участие».



Выступление Владимира Пехтина, президента НОЭ, председателя Орг- комитета форума, модератора пленарной сессии



:: Выступление Александра Гримитлина, вице-президента НОПРИЗ и НОЭ, президента Ассоциации «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД»

Тему организации обеспечения энергоэффективности на протяжении всего жизненного цикла объектов строительства затронул вице-президент НОПРИЗ и НОЭ, президент Ассоциации «АВОК СЕВЕРОЗАПАД» Александр Гримитлин: «Под эгидой национальных объединений была разработана Методика жизненного цикла объектов капитального строительства, подразумевающая создание правильной информационной модели, на основе предоставленных достоверных данных и соответствующего программного обеспечения. Сейчас НОПРИЗ ведёт доработку Методики, и вскоре она вступит в действие».

Продолжил тему разработки нормативов и создания технических библиотек президент НП «АВОК» Юрий Табунщиков. Он представил участникам конгресса расчёты создания и область применения искусственного интеллекта управления климатизацией зданий: «Искусственный интеллект для управления тепло- и энергопотреблением системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха основывается на оптимальных решениях и самообучающихся математических моделях. При этом экспериментальные исследования выявили более 50 процентов



Выступление Михаила Посохина, президента НОПРИЗ, академика, народного архитектора Российской Федерации



** Выступление Валерия Казейкина, председателя секции «Энергосбережение» Экспертного совета Комитета по жилищной политике и ЖКХ ГД РФ

экономии энергии при наличии оптимального управления её расходом».

Тему применения инновационных и энергоэффективных технологий при реновации жилищного фонда в Российской Федерации и перспективы нормативного регулирования озвучил на пленарной сессии председатель секции «Энергосбережение» Экспертного совета Комитета

по жилищной политике и ЖКХ Государственной Думы ФС РФ, член Экспертного совета при Правительстве РФ Валерий Казейкин, а вопросы стандартизации — вице-президент, руководитель аппарата Национального объединения организаций в области энергосбережения и повышения энергетический эффективности Леонид Питерский.



ដ Выступление Леонида Питерского, вице-президента, руководителя аппарата НОЭ

Завершилась пленарная сессия выступлением специалиста по энергообережению и повышению энергоэффективности в ЖКХ Минстроя России Александра Фадеева, в котором он ознакомил гостей и участников форума с ретроспективой развития нормативно-правовой базы по энергоэффективности в строительстве зданий с момента принятия десять лет назад российского закона «Об энергосбережении».

Далее деловую программу конгресса продолжили секции «Строительная теплофизика: соответствие зданий требованиям энергетической эффективности» и «Способы снижения энергопотребления системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха».



Выступление Александра Фадеева, специалиста по энергосбережению и повышению энергоэффективности в жилищно-коммунальном хозяйстве Минстроя России



Сопредседателями первой дискуссии, партнёром которой стала компания Rockwool, выступили: Александр Горшков, к.т.н., главный специалист АО «Газпром промгаз»; Григорий Васильев, д.т.н., научный руководитель группы компаний «Инсолар»; Сергей Корниенко, к.т.н., доцент кафедры «Архитектура зданий и сооружений», профессор кафедры «Урбанистика и теория архитектуры» ФГБОУ ВО «ВолгГТУ».

Специалисты-участники мероприятия обсудили классификацию зданий по энергоэффективности и опыт определения значений нормируемых показателей эксплуатируемых зданий при совместном учёте затрат теплоэнергии на отопление и горячее водоснабжение, стандарты по определению герметичности наружной оболочки и воздухообмена зданий, а также практику их применения.

Кроме того, в докладах были озвучены методика проведения натурных испыта-

ний по определению фактического энергопотребления вводимых в эксплуатацию зданий и оценки их соответствия требованиям энергоэффективности, анализ фактических режимов потребления горячей



воды в многоквартирных домах и энергоэффективные решения применения теплонасосных систем в городах с «открытой» системой теплоснабжения.

Также слушателям были представлены регионы приоритетного внедрения в России теплонасосных систем тепло- и холодоснабжения МКД.

В завершение были рассмотрены вопросы влияния различных факторов на расчётные значения удельных теплоэнергетических характеристик зданий, оценка размера теплопотерь энергии через конструкции МКД, заглублённых в грунт, анализ получаемого при этом экономического эффекта, а также обсуждены разработка региональных и отраслевых методических документов, направленных на повышение энергоэффективности зданий, соответствие характеристик теплоизоляционных материалов по результатам независимых испытаний.

Спикерами на мероприятии выступили: Леонид Данилевский, д.т.н., первый заместитель директора ГП «Институт жилища — НИПТИС им. Атаева С.С.» (город Минск, Беларусь); Андрей Нитиевский, председатель правления компании IRBEST Ltd. (Латвия); Владимир Личман, к.ф.-м.н., начальник отдела энергосбережения и энергоэффективности ГБУ «Мосстройразвитие»; Станислав Щеглов, руководитель направления «Энергоэффективность зданий» ООО «ТехноНИКОЛЬ — Строительные Системы»; Евгения Свиридова, исполнительный директор Ассоциации «РОСИЗОЛ»; Михаил Попов, к.т.н., научный сотрудник ОАО «Инсолар-Инвест», и Марина Колесова, руководитель отдела экологии этой же компании.

Дискуссией на секции «Способы снижения энергопотребления системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха» руководил по традиции



Александр Гудко, главный редактор журнала С.О.К. (слева), и Леонид Питерский, вице-президент, руководитель аппарата НОЭ

Алексей Бусахин, к.т.н., член Комитета по жилищно-гражданскому, промышленному строительству НОСТРОЙ, председатель правления Союза «ИСЗС-Монтаж».

С докладами выступили: Дмитрий Смелов, директор по развитию департамента «Автоматика для вентиляции и кондиционирования» ООО «Карел Рус»; Дмитрий Макеев, заместитель директора ООО «Соннигер» (представительство Sonniger в России); Георгий Властопуло, генеральный директор компании «Оптимальная логистика»; Алексей Морозов, заместитель генерального директора ООО «Трейд Групп» (Группа компаний «Термокул»); Александр Серавин, технический директор ООО «Данфосс»; Сергей Кун, региональный менеджер по Северной и Восточной Европе компании Vernet S.A.S.; Максим Талызин, к.т.н., начальник отдела холодильного оборудования ООО «НПТ Климатика»; Георгий Литвинчук, генеральный директор маркетингового агентства «Литвинчук-Маркетинг»;

Вячеслав Караджи, к.т.н., заместитель генерального директора по научной работе ООО «Аэрдин», и Елена Белова, к.т.н., ведущий специалист этой же компании; Татьяна Соломахова, д.т.н., председатель

ТК 061 «Вентиляция и кондиционирование»; Владимир Мамаев, преподаватель Российского университета дружбы народов, исполнительный директор Ассоциации специалистов в области систем оборудования вентиляции и кондиционирования (АСВК).

Участникам мероприятия, партнёром которой выступило ООО «Карел Рус», были представлены примеры применения в России высокоэффективных газовых воздухонагревателей в приточных и приточно-вытяжных рекуперативных установках, показано адиабатическое охлаждение как инструмент обеспечения энергоэффективности промышленного климатического оборудования, отмечены особенности проектирования противодымной вентиляции, обозначены последствия для импортёров климатического оборудования и в целом рынка Внешнеэкономической деятельности (ВЭД) глобальной реструктуризации таможни, представлены объекты федерального значения, реа-





лизованные на базе энергоэффективного оборудования Danfoss Turboco, продемонстрировано вентиляционное оборудование с термоприводами как эффективный способ снижения затрат, а также холодильное оборудование компании Wheil, донесены новые требования к энергетической эффективности промышленных вентиляторов в Техническом регламенте ЕАЭС, а также даны перспективы российского рынка HVAC.

На этом XVI Международный конгресс «Энергоэффективность. XXI век. Инженерные методы снижения энергопотребления», в работе которого приняли участие более 250 специалистов, завершил свою работу.

Следующий конгресс пройдёт в ноябре 2019 года в Санкт-Петербурге. •



Расширение ВІМтехнологии, или Как сэкономить миллионы рублей на эксплуатации здания*

О технологии Building Information Modeling сегодня не говорит только ленивый. Многим кажется, что эпоха ВІМ ещё впереди, но она уже наступила, и весь рынок недвижимости уже живёт по её правилам. Все, кто действительно «понял» ВІМ, знают, что ВІМ-подход снижает вероятность появления ошибок при проектировании и монтаже, позволяет автоматизировать и упростить процессы закупки материалов, интегрировать новые способы качественного улучшения проектирования и тем самым быстрее выйти на финишную прямую проекта.

Автор: Вера БУРЦЕВА, генеральный директор ГК «БЮРО ТЕХНИКИ»

О ВІМ говорят все, но детали процесса постижения этой технологии показывает далеко не каждый, ибо подобный опыт неоценим, и получить его не так легко, как может показаться на первый взгляд.

Группа компаний «БЮРО ТЕХНИКИ» работает на рынке уже больше 27 лет. Мы проектируем и монтируем полный комплекс инженерных сетей на различных по функционалу и площади объектах недвижимости по всей России и в некоторых странах Европы.

Будучи профессионалами в этой сфере и понимая особенности каждого этапа работы, мы всегда стремились и продолжаем стремиться к тому, чтобы сократить сроки выполнения работ, сохраняя при этом высокое качество и применяя инновационные инструменты, способные снизить затраты на проектирование и строительство объекта. Традиционые подходы не отвечают этим требованиям времени. Одним из ключевых инструментов, благодаря которому мы смогли уйти от прошлых проблем и выйти на новый уровень, стали ВІМ-технологии.

К пониманию ВІМ наша компания шла с 2012 года. Сегодня это наша сильная сторона, и в этом материале речь будет идти об основных проблемах, с которыми мы столкнулись, и с которыми всё ещё могут сталкиваться наши коллегипроектировщики.

Ключевые проблемы и их влияние на общий процесс проектирования и монтажа объекта

Рассказ о нашем опыте стоит начать с тех проблем, которые дали импульс нашей компании к необходимости внедрения ВІМ-технологии в повседневную практику работы.

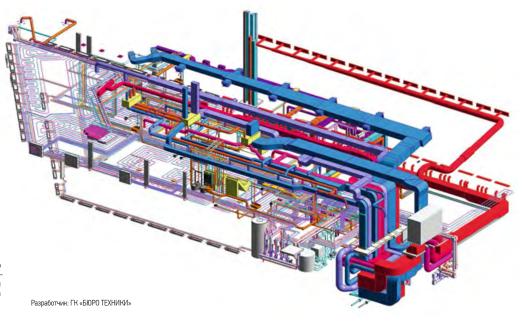
Рассказ о нашем опыте использования BIM стоит начать с тех проблем, которые дали толчок нашей компании к необходимости внедрения BIM в повседневную практику работы

Перед нами стояли следующие проблемы:

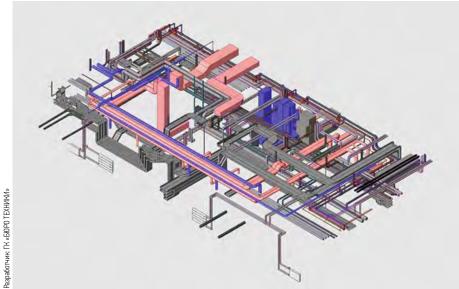
- □ отсутствие плана совмещённых сетей, что неминуемо увеличивало сроки проектирования инженерных систем;
- □ появление коллизий и «пересечек»;
- появление дополнительных расходов на закупку материалов;
- недооценённый процесс проектирования вследствие невозможности демонстрации инженерных систем заказчику до момента монтажа.

Возникшие проблемы привели нас к результатам, с которыми мы смогли:

- показать заказчику, что инженерные сети — не просто тома спецификаций, а реальные структуры, которые можно увидеть ещё до этапа монтажа;
- организовать слаженную работу проектного и строительного контуров, что также положительно сказалось и на финансовых показателях монтажного процесса (экономия вследствие первоначально прозрачного процесса проектирования и планирования бюджета на проект до копейки);
- □ развитие процесса проектирования не только вглубь, но и вширь мы стали применять технологии 7D с BIM и научились внедрять элементы концепции «Устойчивое развитие» (Sustainable Development), то есть энергетическое моделирование (BEM) и математическое моделирование температурных и скоростных полей (CFD).



^{*} Статья является журнальной версией доклада, сделанного на конференции «ВІМ и ВЕМ-моделирование при проектировании инженерных систем зданий и сооружений». Полная видеозапись конференции размещена в разделе «Видео» на сайте www.c-o-k.ru и видеосервисе YouTube (канал C.O.K.).



🗱 Рис. 1. Фрагмент ВІМ-модели нежилого помещения (подвала) ЖК «Magnifika»

BIM в проектировании

Проектирование является для нас основной специализацией, отсюда наше желание осуществлять процесс не просто качественно, а экономически выгодно как для нас самих, так и для нашего заказчика. Рассказываем об эффективности работы на примерах одних из наших первых успешных ВІМ-проектов.

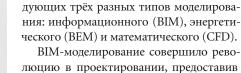
Кейс №1: ЖК «Magnifika» (г. Санкт-Петербург)

Используя ВІМ-подход, за полторы недели мы сформировали строительное задание на проектирование отверстий подвала (площадь 1400 m^2). Хотя, на первый взгляд, это помещение нежилое, но комплекс инженерных сетей здесь достаточно насыщенный (рис. 1).

Преимущества от ВІМ: выполнение задачи за достаточно короткий срок с учётом всей сложности проектной задачи и без единой ошибки.

Кейс №2: павильон городского центра энергосбережения на ВДНХ (г. Москва)

Здесь в ВІМ работали как мы, так и наши партнёры-архитекторы, вследствие чего мы осуществили взаимную интеграцию информационных моделей, сразу увидели все проблемные места и смогли воссо-



Освоив BIM полностью к 2015 году, мы стали внедрять в практику нашей деятельности параллельное применение сле-

Развитие BIM вширь

проектировании, предоставля проектировании, предоставля проектировщикам возможность работать с цифровой копией проекта. Однако в «чистом» ВІМ остаются за кадром энергетические вопросы — модель не отражает информации об энергетических процессах, происходящих внутри здания. ВІМ позволяет видеть конструкцию здания, но не инженерные процессы.

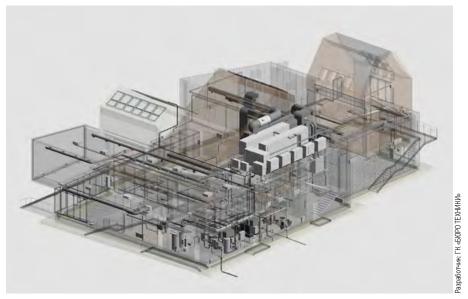


Рис. 2. Фрагмент ВІМ-модели павильона городского центра энергосбережения на ВДНХ

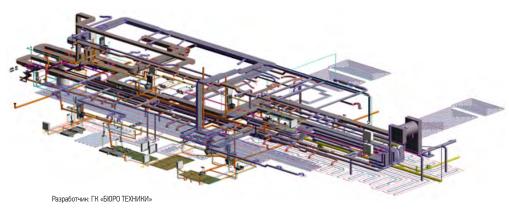
здать для заказчика полную картину его объекта ещё до момента начала монтажных работ (рис. 2).

Преимущество от использования технологии ВІМ таково: слаженная работа проектного отдела и архитекторов с единой информационной моделью, за счёт чего удалось оперативно устранить проблемные точки и завершить работу над проектом в срок.

В сложных проектах инженерные системы зачастую работают не так, как нужно (например, поток воздуха из решётки не доходит до рабочей зоны). Из-за энергетически непродуманных, неэффективных систем затраты на эксплуатацию здания за 20–25 лет достигают 70% и более всех вложенных в проект средств. Здесь мы синхронизировали ВІМ и ВЕМ.

BEM (Building Energy Modeling) — моделирование энергопотребления (или «энергетического баланса») здания. ВЕМ позволяет ещё на этапе проектирования определить энергоэффективность здания, то есть сколько энергии оно будет потреблять в процессе эксплуатации.

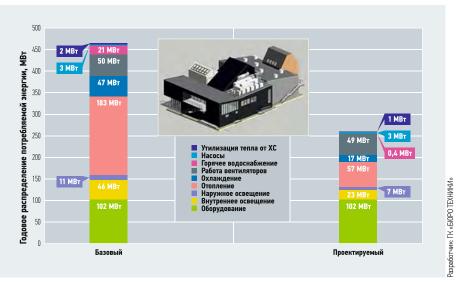
Технология позволяет выделить наименее эффективные с энергетической точки зрения процессы и оптимизировать их. Это происходит за счёт сравнения базовой модели здания (по нормам 2007 года) и проектируемой (с учётом внедрённых решений, направленных на снижение энергопотребления).



ВЕМ-моделирование является самым современным и точным инженерным инструментом, который позволяет принимать решения по уменьшению сроков и цены реализации строительного проекта и стоимости эксплуатации здания, как это показано на рис. 3 и 4.

Также ВІМ не даёт понимания того, будет ли комфортно находиться в здании в процессе эксплуатации. Здесь мы проверяем, «что происходит с воздушной средой», используя CFD-моделирование.

CFD (Computational Fluid Dynamics) — это вычислительная гидродинамика, набор методов для определения процессов тепло- и массообмена, протекающих в воздушной среде исследуемого объекта.



№ Рис. 3. Общий вид павильона площадью 1500 м² (на фото) и сравнительный анализ энергопотребления (годовое распределение потребляемой энергии в базовом и проектируемом вариантах)

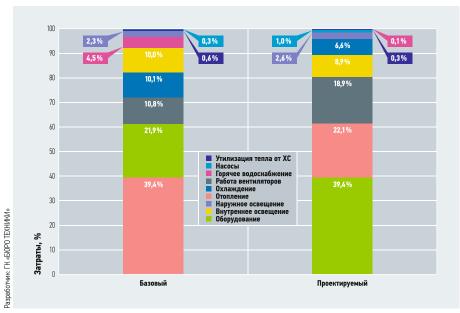


Рис. 4. Распределение затрат по категориям в базовом и энергоэффективном варианте

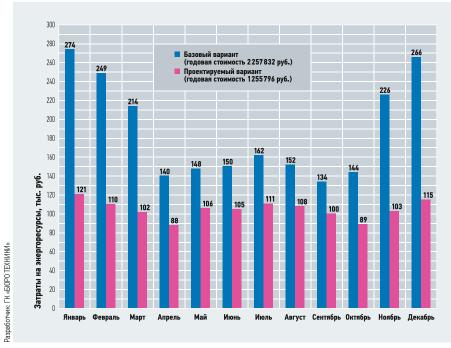


Рис. 5. Помесячные затраты на энергоресурсы

Погрешность CFD-моделирования составляет менее 5%. Это единственный на сегодняшний день инструмент, обладающий сравнимой с натурным экспериментом достоверностью и позволяющий качественно рассмотреть проектируемые решения на их эффективность (они показаны в табл. 1).

Ссобенности СFD-моделирования табл. 1

На 23 % оценочные значения отличаются от расчётных и ещё больше на объектах с высокой площадью остекления

Четыре итерации достаточно для выбора оптимального решения по системам вентиляции и кондиционирования

На 19% снижаются инвестиции в системы вентиляции и кондиционирования

На 17 % повышается качество внутренней среды

СFD позволяет понять, какими будут температура, скорость, влажность и содержание угарного газа (СО) в воздухе, будут ли параметры оптимальны, а также заложить адекватный бюджет на объект, будучи уверенным в том, что эффективность работы инженерных систем проверена и подтверждена математически.

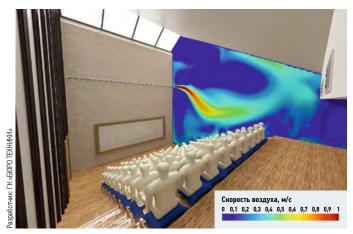
Как мы интегрируем технологии и модели между собой?

Готовим ВІМ-модель для ВЕМ- и CFD-расчётов поэтапно:

1. 3D-геометрия здания упрощается и импортируется в BEM/CFD-среду из BIM-программ.

В энергомоделировании учитываются только поверхности, влияющие на теплообмен: внешние и внутренние ограждающие конструкции, элементы внутренней тепловой инерции, затеняющие элементы здания и окружения.

Для CFD важны компоненты модели, влияющие непосредственно на поток воздуха: конечные устройства, основные конструкции здания.



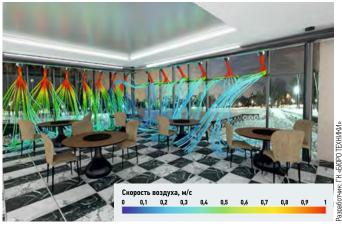


Рис. 6. Модель Computational Fluid Dynamics (вычислительной гидродинамики) внутренней зоны павильона — проверка на соответствие параметрам оптимального микроклимата (слева) и определение оптимальной скорости воздух в помещении (справа)

- 2. В расчётной программе выполняется задание исходных данных. Для ВЕМ основные данные — это «погодный» файл, параметры систем, схемы и математические модели оборудования. Для Computational Fluid Dynamics — это характеристики воздушного потока, параметры среды и прочие данные. После этого выполняется расчёт.
- 3. Производится интерпретация результатов расчёта и, при необходимости, обновление модели и повторение цикла.
- 4. ВІМ-модель сокращает процесс подготовки модели для BEM/CFD расчётов на 70-90%.

BIM в строительстве

Вторым аспектом нашей деятельности является монтаж инженерных сетей. Здесь наше преимущество состоит в том, что мы на практике проверяем, насколько легко будет монтировать запроектированные в ВІМ нами же сети.

Стоит отметить, что до монтажа с ВІМ-моделями можно было выделить следующие проблемы (табл. 2), которые успешно решились посредством применения ВІМ-технологии.



Рис. 7. Пошаговый процесс получения преимуществ от работы с BIM на стройке

Инструкция к применению ВІМ, или Главное о преимуществах

Схема, представленная на рис. 7, кратко иллюстрирует пошаговый процесс получения преимуществ от работы с BIM на стройке. BIM не является «волшебным лекарством», но возможность для развития. Хотя преимуществ много, но человек всегда будет впереди и сможет контролировать все ВІМ-процессы.

Эффективность данной итоговой формулы «BIM + BEM + CFD» также можно отразить в ряде преимуществ: избежание

ошибок 2D-проектирования и сокращение сроков строительства; основа для построения точной ВЕМ-модели; возможность снижения капитальных затрат и определения потенциала к снижению операционных затрат; энергомоделирование (ВЕМ) определяет потенциал к снижению эксплуатационных затрат существующего здания; ВЕМ определяет вклад каждого инженерного решения в итоговую энергоэффективность объекта; CFD-моделирование оптимизирует работу инженерных систем объекта и повышает качество внутреннего воздуха.

Мы проектируем «живые» объекты для комфортной жизни и работы, потому применяем только комплексный подход к проектированию.

Благодаря BIM мы можем увидеть объект изнутри ещё до момента начала его реализации, что, безусловно, даёт нам преимущество.

Применяя данную выведенную интеллектуальную формулу проектирования «ВІМ + ВЕМ + СFD», мы стремимся оптимизировать все сопутствующие процессы, определить все взаимосвязи, снизить эксплуатационные затраты и заранее гарантировать заказчику, что задуманный им и спроектированный нами объект будет в точности реализован.

Строительная проблематика

:: Строительная проблематика	табл. 2
Проблема	Решение
Монтажники не умеют читать чертежи (некачественный монтаж или потеря скорости)	BIM-модели стали для нас инженерными «схемами из IKEA». Это позволило нам осуществлять монтаж качественно и с со- хранением скорости, без срывов сроков
Трудоёмкий процесс составления планов — синоним отсутствия гибкости и создания, сложностей в принятии управленческих решений	Мы стали делить проект на блоки («захватки»), что позволило нам автоматически формировать спецификации. Мы получили желаемую гибкость и стали быстрее принимать грамотные управленческие решения
Оценка себестоимости работ «по ощущениям» (работаем «вслепую»)	Точная и полная номенклатура, которую мы стали получать из ВІМ-модели, дала понимание полной себестоимости работ
Отсутствие планов совмещённых сетей (дополнительные затраты около N млн руб., увеличение сроков производства работ)	Разводка и увязка всех сетей в модели позволяет избежать дополнительных затрат и сохранить скорость производства
Субъективная оценка динамики производства работ (мнение внутреннего технадзора)	Визуализация динамики монтажа позволяет дать объективную оценку динамики производства работ без привлечения дополнительных сил
Заказ по спецификациям позиций, которые не нужны (дополнительные затраты)	Заказ мы осуществляем по спецификациям (разбитым по бло-кам) необходимых позиций





Цифровые двойники инженерного оборудования. Сервисы, необходимые производителям и проектным командам*

Сегодня мы поговорим о том, как устранить один из барьеров на пути внедрения технологии Building Information Modeling (ВІМ) в проектных организациях. Этим барьером является отсутствие готовых стандартизированных библиотек или компонентов для проектирования.

Приступая к работе над объектом, каждый проектировщик сразу сталкивается с проблемой нехватки семейств. Например, архитектору компании «А» необходимы двери, конструктору фирмы «Б» необходимы стальные колонны или арматура по стандарту СТО АСЧМ 20-93, а инженеру компании «В», занимающейся вентиляцией, необходимы приточновытяжные машины и кондиционеры.

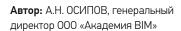
Все элементы модели должны попасть в спецификации — как локальные, так и сводные. Эти элементы должны быть замаркированы, а элементы инженерных систем обязательно должны иметь условно-графические обозначения (УГО), отображаемые на схемах и планах.

Для того чтобы приступить к описанию указанной выше проблемы, необходимо определиться с инструментом, в котором будет создаваться проект. В случае с нашей компанией, практический опыт которой использован в статье, инструментом является Autodesk Revit. Несмотря на всё многообразие программного обеспечения, продукты Autodesk по разным соображениям являются выбором большинства проектных организаций на территории России.

Для того чтобы у нас создалось реальное представление о положении дел, начнём с «распаковки коробки» и разберёмся, что есть в библиотеке, поставляемой при установке ПО Autodesk Revit, а чего нет. Итак, у нас есть:

- 1. Шаблоны разных специализаций, адаптированные под требования российского пользователя. Эти шаблоны содержат файлы общих параметров, которые были составлены на основании наработанного опыта многочисленных российских ВІМ-лидеров. К общим параметрам, заложенным в шаблонах, мы ещё вернёмся чуть ниже и сможем прочувствовать всю «соль» нашей темы.
- 2. Семейства, разработанные активистами сообщества Autodesk в России. Их достаточно большое количество, но, к сожалению, как показывает практика, этого совсем недостаточно для разработки реальных проектов.
- 3. Шаблоны семейств, с помощью которых любой пользователь Revit может самостоятельно создать библиотечный элемент, который будет использовать в своих проектах.

Поскольку в программе уже есть заготовленные шаблоны семейств, то любой



^{*} Статъя является журнальной версией доклада, сделанного на конференции «ВІМ и ВЕМ-моделирование при проектировании инженерных систем зданий и сооружений». Полная видеозапись конференции размещена в разделе «Видео» на сайте www.c-o-k.ru и видеосервисе YouTube (канал C.O.K.).



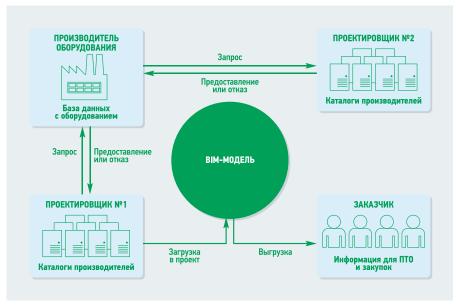


Рис. 1. Наполнение ВІМ-модели

инженер (обладающий «продвинутыми» навыками работы в Revit), любой архитектор и конструктор могут создать семейства самостоятельно. И получается, что на первый взгляд никаких препятствий для полноценной работы нет, но по факту перед нами возникают существенные проблемы, а именно:

- 1. Изделия и оборудование, используемые в проектах, исчисляются миллионами позиций.
- **2.** Время, затрачиваемое на создание семейств проектировщиками, дорого и расходуется не на их прямые обязанности.
- **3.** Качество выполненных семейств зачастую оставляет желать лучшего, и собрать воедино спецификацию порой становится проблематично.

Кажется, что преодоление этих проблем лежит на поверхности, а именно — каждый производитель создаст семейства самостоятельно, выложит их у себя на сайте, затем проектировщик скачает их к себе в проект — и нет никаких проблем.

Что происходит на самом деле?

Так как производителей оборудования несколько тысяч, то каждый понимает задачи проектировщика по-своему, а иногда и не понимает. Винить производителей никто не собирается, поскольку производитель, по сути, должен взять спецификацию из проекта, составить стоимость позиций, которые заложены в проекте, и выставить счёт по своему прайсу строительной или монтажной организации. По факту производитель вынужден разбираться с проектами, которые ему поступают, и корректировать не только спецификации, но иногда и положение трасс и оборудования, то есть работать за про-

ектировщика. Это происходит из-за того, что проектировщик не знает всех особенностей системы, а именно: как собрать её, какие соединительные элементы должны присутствовать и т.д. И если не откорректировать документацию, то закупка будет неполной и систему просто не смонтиру-

Качество созданных семейств сможет оценить только проектировщик на этапе проектирования объекта, в момент создания спецификаций и чертежей. Обратная связь у производителя возникает не сразу, а может и не возникнуть вовсе. Деньги на разработку потрачены, а эффекта нет

ешь. Можно уповать на монтажников, но никто не готов покупать недостающие позиции за свой счёт, а это потеря времени и разбирательства с заказчиком и проектировщиком.

В этой ситуации производители пытаются создавать семейства самостоятельно — например, один создаст только 3D-геометрию, другой наполнит семейства параметрами, которые он считает нужным для себя, но проектировщику их недостаточно или их необходимо перенастраивать. Качество созданных семейств сможет оценить только проектировщик на этапе проектирования объекта, в момент создания спецификаций и чертежей. Обратная связь у производителя возникает не сразу, а может и не возникнуть вовсе. При этом деньги на разработку производителем потрачены, а необходимого эффекта нет.

Что же мы получаем в этой ситуации? Проектировщик уже не создаёт семейства заново, но ему необходимо привести их к собственной системе, принятой на предприятии. Так как над проектом могут работать разные компании, то у всех могут быть разные стандарты, и соблюдение стандартов даже генеральным проектировщиком — это исключение, нежели правило. При этом выгрузить из модели сводные спецификации по объекту становится непростой дополнительной работой. Заказчик сам из модели достать спецификацию не может, так как ему не хватает навыков работы с BIM-инструментом, поэтому «достаёт» проектировщика.

Итого, получается не «стройный ВІМ», где информация едина, классифицирована и структурирована (рис. 1), а настоящий хаос, только в ВІМ-формате.



Ещё один камень преткновения

Может получиться, что разные проектные компании, выпускающие похожие разделы, например, водоснабжение и пожарный водопровод, создадут одинаковые семейства, наполнят их необходимыми параметрами, но они будут «жить» своей жизнью и не попадут в одну ячейку сводной спецификации, что опять приводит к дополнительным работам по обработке проекта, а стоимость специалистов ПТО высока, и за всё это платит заказчик.

Пример спецификации, сделанной разными проектировщиками (рис. 2).

Вопрос напрашивается сам собой: «Как можно разрешить препятствия, встречающиеся на пути "производитель — проектировщик — заказчик"?»

Семейство	Семейство и типоразмер	Завод-из- готовитель	Изгото- витель	Ед. изм	Код обору- дования	Масса
Вентиль запорный	Вентиль запорный: PN10/DN80	ЗАО «Пож- сервис-М»	Grundfos	шт.		1,600
Клапан обратный тип 223	Клапан обратный тип 223: Dn50	Danfoss	AVK	шт.	149B2895	1,750
Кран шаровый муфтовый латунный 11627п1	Кран шаровый муфтовый латунный 11627п1: Ду25					0,381
Клапан обратный 223	Клапан обратный тип 223: Dn32	Danfoss		шт.	149B2895	1,750
Клапан обратный 223	Клапан обратный тип 223: Dn50	Danfoss	AVK	ШТ.	149B2895	1,750
Кран шаровый муфтовый	Кран шаровый муфтовый: Ду15					0,158
Кран шаровый муфтовый	Кран шаровый муфтовый: Ду32					0,551
Кран шаровый муфтовый	Кран шаровый муфтовый: Ду40					0,896

: Рис. 2. Необработанная спецификация от разных проектировщиков

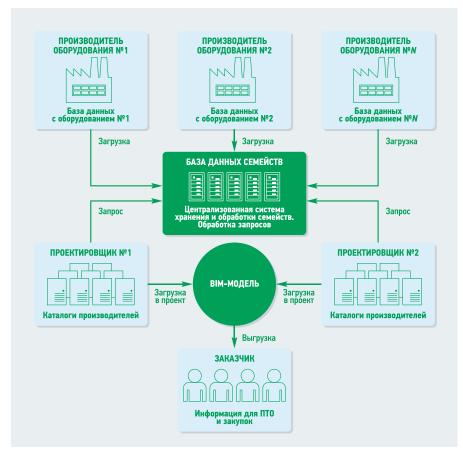


Рис. 3. Создание библиотеки семейств интегратором системы (с гарантированным качеством)

Доступ к библиотеке будет осуществлён через BIM Connector, который даст возможность напрямую из Revit найти и вставить необходимое оборудование.

Структуру можно развернуть по специальности, в которой работает проектировщик (рис. 3). Можно найти семейства, как по названию, так и по конкретной марке (рис. 4). Можно посмотреть карточку найденного семейства, проверить свойства и загрузить в проект, как это показано на рис. 5.

Семейство загружается в проект и может быть использовано немедленно.

В итоге отпадает необходимость в массовой разработке и корректировке семейств внутри проектной организации (подчёркиваю — в массовой, так как будет необходима корректировка семейств под фантазию архитекторов). Все параметры будут внесены в соответствии со стандартом системы (а это как раз та ценность, о которой мы говорили в начале нашей статьи), в результате чего мы гарантировано получим попадание в спецификации всех элементов проекта, в том числе и от разных проектировшиков.

Заказчик при этом может получить сервис по проверке моделей на соответствие качеству и степени детализации.

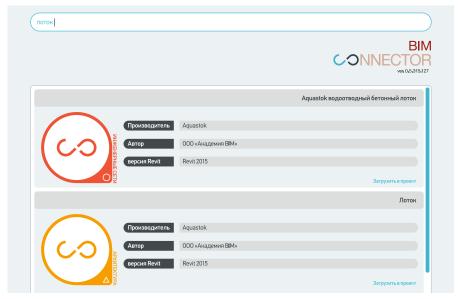
Существует единственно правильный ответ — создать единую базу данных семейств, которые потребуются в проектировании всем участникам процесса.

Интегратор системы по запросу производителей создаст библиотеки семейств по единым стандартам, причём качество семейств будет гарантировано заранее, до помещения их в проект.

Соответственно, проектировщики будут иметь доступ к постоянно пополняемой библиотеке семейств, возможно, даже с закупочными ценами.



: Рис. 4. Структуру базы данных можно развернуть по семействам



: Рис. 5. Поиск семейств по названию и по конкретной марке

Например, можно прописать требования на проектирование и загрузке семейств только из единой базы. При необходимости можно будет пакетно добавлять информацию, которая обязательно потребуется для последующих этапов жизненного цикла объекта строительства, а это, например, привязка к классификатору для оценки стоимости или связь с системой эксплуатации.

При реализации данного подхода несомненные преимущества появляются и у производителей изделий и оборудования — это и увеличение продаж за счёт грамотного использования семейств их оборудования, и размещение плагинов для расчёта систем, для удобного моделирования и расстановки, для подбора оборудования. Этот сервис даёт возможность производителю иметь свой личный кабинет и пользоваться проверенным и защищённым онлайн-хранилищем семейств,

как опубликованных, так и ещё не размещённых в общей базе (рис. 6).

Не только производители могут быть пользователями этой системы, но также и строители, которые через базу данных могут проверять проекты, созданные в Autodesk Revit. Проверки могут осуществляться на предмет отслеживания правильности объёмов материалов, заложенных в спецификациях, а также на предмет актуальности оборудования, задействованного в проекте. Могут быть проведены проверки на предмет «перебивки», то есть некорректной замены производителя с одного на другого, что может привести к серьёзным последствиям при монтаже и наладке оборудования.

Службы эксплуатации могут подключаться к системе при ремонтах и заменах оборудования, которые значительно упростятся, — останется лишь подобрать и вставить модель нового оборудования

с определёнными техническими характеристиками и необходимыми габаритными размерами.

Такая система во всех отношениях выгодна всем участникам, а именно:

- □ является инновационным сервисом на отечественном рынке;
- □ позволяет ускорить процесс моделирования и создания проектов;
- □ позволяет снизить издержки на обслуживание ВІМ-проектов;
- □ позволяет организовать сервисы вокруг неё и многое другое.

Ежедневно сталкиваясь с проблемой несовершенства системы ВІМ-проектирования, наша компания создала прототип такой библиотеки, который будет развиваться в большой сервис для всех участников строительного сообщества. Подробнее с этим прототипом можно ознакомиться на нашем сайте bimacad.pro. Там можно будет изучить структуру хранения семейств, карточку проекта и загрузить семейства к себе в проект.

Проверки могут осуществляться на предмет отслеживания правильности объёмов материалов, заложенных в спецификациях, а также на предмет актуальности оборудования, заложенного в проект

При создании прототипа мы пытались учесть все особенности работы, потребности участников проектирования и запросы производителей оборудования.

Созданный сервис имеет структуру хранения файлов, которая была выработана в течение нескольких лет и хорошо зарекомендовала себя на практике. Наша библиотека имеет плагин, который напрямую связывает сервисы баз данных с Autodesk Revit, что упрощает процесс поиска и загрузки семейств для каждого пользователя. На данный момент базы данных содержат лишь небольшое количество семейств для каждого из разделов (АР, КР, ИС) — так сказать, на пробу.

Сервис развивается и вскоре из прототипа вырастет в большую систему, которая будет адаптироваться под обновления Autodesk Revit, обрастать сервисами и приложениями, в которых заинтересованы как производители, так и проектировщики. Рассмотренная нами тема очень многогранна и требует участия всех заинтересованных лиц. Мы приглашаем читателей к совместной работе, как в части создания, так и функционала, а также быть соинвестором нашего проекта.



Рис. 6. Взаимодействие производителей с проверенной и защищённой базой данных



Технико-экономическое обоснование Проектирование Экспертиза и согласование Рабочее проектирование Рабочее проектирование

«Живой» ВІМ-контент от производителя оборудования для отечественного рынка*

Новая реальность околостроительного рынка — более взвешенный подход к проектам, усиленный контроль ресурсов и необходимость обоснования экономической эффективности принятых решений. Этим запросам отвечает использование технологии информационного моделирования (ВІМ), которая уверенно становится новым стандартом отрасли, даже несмотря на то, что изначально требует больше усилий от участников.

Автор: А.В. ЧИРКОВА, ведущий инженер компании 000 «Грундфос»

ВІМ-модель даёт возможность тому, кто принимает решение, ещё до выхода на строительную площадку учесть возможные риски и сохранить ресурсы, то есть априори получить намного большую выгоду, чем от обычного проекта.

Поэтому от проектировщика — человека, стоящего у истоков формирования ВІМ-модели, — требуется больше ответственности и скрупулёзности, ведь он закладывает фундамент данных, на котором будет создаваться модель, рассчитанная на весь жизненный цикл объекта.

Проектировщику приходится тратить много времени на внесение информации в рабочий файл и её стандартизацию для того, чтобы она была полезна постпроектным участникам, и они могли быстро сориентироваться в ней в зависимости от текущей задачи. Только такая ВІМ-модель получает дополнительную рыночную ценность, является конкурентной и интересной для заказчика и конечного потребителя.

Чтобы проект был «живым», необходимо работать с качественным ВІМ-контентом, особенно в части ответственных инженерных узлов, к которым относится и оборудование.

Задача создания контента для использования в ВІМ-проектах на данный момент стала более ясной благодаря тому, что Россия — не первая страна, которая его создаёт. Например, Дания как пионер этого направления не только заинтересована в развитии технологий информационного моделирования внутри страны, но и оказывает поддержку датским компаниям в конкурентной борьбе на международном рынке.

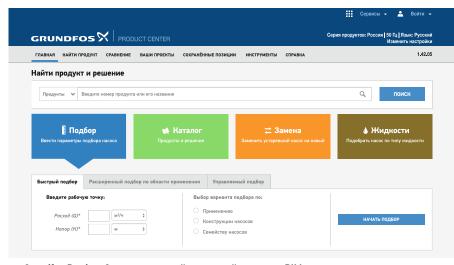
Компания ООО «Грундфос» является российским подразделением датской компании и производит на своём заводе в Московской области 80 % оборудования, которое продаётся на отечественном рынке, что позволяет значительно экономить на транспортных и логистических расходах, учитывать текущие экономические веяния и тенденции. Продукция, производимая на заводе «Грундфос Истра», отвечает строжайшим требованиям качества,

Проектировщику приходится тратить много времени на внесение информации в рабочий файл и её стандартизацию для того, чтобы она была полезна постпроектным участникам, и они могли быстро сориентироваться в ней в зависимости от текущей задачи



Рис. 1. Как создавать правильные ВІМ-модели всего проекта (а) и отдельного изделия (б)

^{*} Статъя является журнальной версией доклада, сделанного на конференции «ВІМ и ВЕМ-моделирование при проектировании инженерных систем зданий и сооружений». Полная видеозапись конференции размещена в разделе «Видео» на сайте www.c-o-k.ru и видеосервисе YouTube (нанал C.O.K.).



Grundfos Product Center — первый и главный источник ВІМ-контента

а среди сопроводительной технической документации с 2014 года, помимо стандартных CAD-чертежей, также предлагаются и Revit-модели оборудования.

Экономя время проектировщика, когда разговор идёт уже непосредственно о BIM-модели изделия, Grundfos как производитель предлагает не просто файлы, а определённый сервис, отвечающий запросам проектировщиков: подбор оборудования и генерация модели одновременно. Основные критерии BIM-модели изделия — это точность ключевых размеров (габариты, точки подключения), уровень детализации, полнота и согласованность внесённой в модель информации и учёт сценария, поскольку в зависимости от продукта к нему предъявляются разные требования по данным спецификаций и отображению на видах.

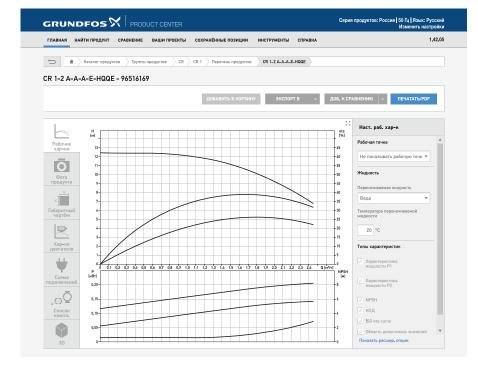
Концерн Grundfos прошёл большой путь в создании своего контента, совместно со своими партнёрами, и продолжает совершенствовать его.

ВІМ-моделью изделия сейчас уже ни-

ВІМ-моделью изделия сейчас уже никого не удивить, их создали многие производители. Но, поскольку это направление продолжает развиваться, весь данный контент необходимо постоянно поддерживать в соответствии с меняющимися реалиями. Grundfos принял решение, что создавать отдельно модели продукции неэффективно, но есть потребность в предоставлении комплексного сервиса, то есть ресурса, отвечающего запросам целевой аудитории. Таким образом, ВІМ-контент от Grundfos не статичен, а постоянно обновляется и дополняется.



🔐 Grundfos Product Center — это сервис подбора оборудования и ВІМ-модели одновременно



Первым и главным источником для получения BIM-контента от Grundfos, безусловно, является онлайн-версия программы подбора оборудования Grundfos Product Center (GPC). Данной программой можно пользоваться непосредственно для подбора оборудования в проект, проверки рабочей точки, поиска запчастей и создания специальных исполнений благодаря встроенным конфигураторам.

Международный опыт, рекомендации производителя ПО для информационного моделирования, потребности участников проекта на этапе детального проектирования и строительства легли в основу контента, который сейчас представлен как стандарт Inernational. Он содержит описание продуктов на английском языке, а также всю техническую информацию, которая может понадобиться в работе и подборе оборудования. Файлы расположены не только в GPC, но и на западных ресурсах (BIMObject и MEPcontent).

Перечислим реальные преимущества BIM-контента от Grundfos:

- 1. Файлы имеют малый размер. Скачанное семейство имеет размер менее 1 МБ, и в одном файле находится весь типоряд продукта, созданный на основе таблиц типоразмеров с фильтрами по параметрам. Не нужно загружать в проект весь типоряд, достаточно выбрать отдельные позиции, что значительно уменьшит размер файла в проекте, а в будущем при необходимости можно легко заменить модель.
- 2. Предусмотрено необходимое свободное зонирование вокруг оборудования, облегчающее сервисное обслуживание, чтобы этот важный параметр не затерялся и не привёл к коллизиям при проектировании и, самое важное, в процессе монтажа или эксплуатации.
- 3. Представлены стандарты для разных стран и на разных языках. Также доступен стандарт СОВіе для службы эксплуатации, что в последнее время очень востребовано и в России в рамках общей тенденции вовлечения новых участников, использующих в проектах ВІМ-модели.

COBie (Construction Operation Building information exchange) — обмен информацией о здании «от строительства к эксплуатации». Формат данных СОВіе создан на основе Excel и содержит негеометрическую информацию о здании. Задача этого формата — позволить пользователям, далёким от информационных технологий, работать с данными, полученными в ходе проектирования и строительства объекта. СОВіе определяет порядок формирования электронных таблиц, в которых на разных этапах проекта накапливается информация об объекте. К такой информации относятся этажи, зоны и помещения, инженерные системы, их составные части и параметры, а также ссылки на сопутствующие документы, компоненты и атрибуты. В результате конечному пользователю (инженеру службы эксплуатации) для поиска нужной информации о каком-то оборудовании в конкретном помещении не придётся искать эту информацию в исполнительной документации, он быстро найдёт её в общей таблице.

Сейчас интерес к данному формату повышается, и возможно, что совместно с ним будет передаваться и геометрия, предположительно в формате IFC.

Компания Grundfos в России уже два года занимается локализацией и созданием адаптированного контента для отечественных заказчиков, оказывая поддержку проектировщикам при ответе на запросы, в том числе и через форму обратной связи на сайте компании, организуя семинары и проводя конкурсы работ



Файл: в одном файле размером менее 1 МБ находится весь типоряд продукта, что позволяет пользователю при необходимости максимально быстро заменять продукт во время проектирования благодаря использованию соответствующих таблиц типоразмеров.



Предусмотрено необходимое зонирование вокруг оборудования: очерченные красной линией интервалы вокруг оборудования позволяют пользователю определить требуемое расстояние от оборудования и избежать проблем в дальнейшем при монтаже и эксплуатации.



Простая навигация по стандартам: все необходимые данные о конкретном продукте будут включены в каждую ВІМ-модель в соответствии с конкретным выбранным стандартом.



Предоставление локальных стандартов: весь модельный ряд оборудования поддерживает локальные стандарты стран использования (для Российской Федерации все параметры, попадающие в данную техническую спецификацию, переведены на русский язык).



Преемственность версий: файлы специально сохранены в ранних версиях Revit для бо́льшего охвата пользователей, которые могут иметь подобные версии программы на своих компьютерах, и далее будут обновляться до текущей, актуальной версии Revit.



Конфигураторы оборудования: возможность выбора многочисленных дополнительных опций (взрывозащита, тепловой кожух и т.д.) принадлежностей, которые могут быть заказаны отдельно



2D-чертежи: весь модельный ряд поддерживает возможность условного графического отображения (УГО) объектов на различных планах в соответствии с региональными стандартами.



Поддержка пользователей: создаются короткие (две-три минуты) обучающие ролики, также возможно исполнение моделей под определённые параметры, стандарты или программное обеспечение — пользователю может быть оказана вся необходимая поддержка.

👪 BIM-контент от Grundfos — многочисленные выгоды и преимущества

среди проектировщиков. Положительный отклик от участников номинации «Инновация» (для проектов, созданных с использованием технологий информационного моделирования) в рамках конкурса «Премия Grundfos 2018» позволил в 2019 году анонсировать отдельное мероприятие «ВІМ-лидер Grundfos» — ввиду высокой активности проектировщиков в данном направлении.

Grundfos в России уже два года занимается локализацией и созданием адаптированного контента для российских заказчиков, оказывая всестороннюю поддержку проектировщикам при ответе на их запросы

В первую очередь адаптированные ВІМ-модели от Grundfos создавались для продукции, производимой на заводе «Грундфос Истра» в рамках программы импортозамещения. Например, это насосы серии СR, внесённые в реестр инновационного оборудования Московской области, инлайн-насосы серии ТР, консольные и консольно-моноблочные насосы серий NK и NB, комплектные установки для систем пожаротушения Нуdro МX на базе насосов СR и NB и многие другие.

Преимущества адаптированных моделей следующие:

- 1. Переведены на русский язык.
- 2. Созданы под шаблон OB/BK BIM 2.0, разработанный отечественными специалистами от Autodesk. Работая с этим шаблоном, приятным бонусом будет автоматическое заполнение девятиграфной спецификации, в которой при замене оборудования или его количества, или же обновления семейства, данные будут также обновляться автоматически.

- 3. Семейства поддерживают условные графические обозначения (УГО).
- 4. Для станций Hydro MX также введены обратные фланцы, которые не входят в поставку Grundfos, но их наличие существенно упрощает работу с моделью (фланцы по желанию можно отключить и заменить своими).

Обычно проектировщик не хочет тратить время на поиск ВІМ-модели оборудования по сайтам производителей, ему нужно получить весь необходимый контент в каком-то одном месте. Поэтому Grundfos размещает свои модели не только на международных ресурсах — для отечественного контента была выбрана площадка сайта PRORUBIM. Благодаря строгому входному контролю на данной площадке проектировщик может скачать «живые» файлы, которые поддерживают шаблоны ADSK, о чём свидетельствует знак отличия на изображении модели.

Ещё одним форматом, который может быть использован как основа для создания информационной модели изделия, могут служить файлы STEP, расположенные в программе GPC. Например, компания NANOCAD, производитель отечественного софта «папоCAD Инженерный ВІМ», по желанию заказчика совместно с Grundfos предоставляют библиотеку насосного оборудования.

Проведение конференций при поддержке специализированных отраслевых СМИ очень ценно как для производителя оборудования, так и для участников проекта, ведь именно встреча на таких мероприятиях позволяет за короткое время получить наибольший объём информации, обменяться контактами и договориться о сотрудничестве. Концерн Grundfos благодарен редакции журнала С.О.К. за проявленный интерес и возможность рассказать участникам конференции о наших разработках.



Применение ВІМ-, ВЕМ- и СFDтехнологий для проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективного дома*

Рецензия эксперта на статью получена 27.03.2019 [Expert review on the article received Mart 27, 2019].

Проблемы строительства энергоэффективного дома

Идея строительства энергоэффективных домов с минимально возможным потреблением энергии «витала в воздухе» ещё в 1980-х годах. Впервые расчёты дома без отопления были представлены Вольфгангом Файстом и Бо Адамсоном в климатических условиях Германии в 1988 году [1–4], в дальнейшем данный замысел стал называться концепцией «пассивного» дома. В России интерес к этой теме активно развивается последнее десятилетие, были опубликованы работы по исследованию и разработке концепций «домов с нулевым энергопотреблением» [5–9].

Основными критериями «пассивного» дома являются [1–3]: удельный расход тепловой энергии на отопление не более 15 кВт·ч/(м²-год); кратность воздухообмена при разности давлений 50 Па наружного и внутреннего воздуха $n_{50} \le 0,6$ ч⁻¹; общий расход первичной энергии не более 120 кВт·ч/(м²-год); удельная отопительная нагрузка не выше 10 Вт/м².

Однако в России климат более суровый, чем в Германии, поэтому в нашей стране пока нет объектов, которые по всем критериям удовлетворяли бы стандарту «пассивного» дома. Однако уже есть «активные» здания, которые компенсируют более высокое потребление энергоресурсов за счёт использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [10].

Относительно легкодоступных запасов природного газа в России остаётся чуть более чем на 50 лет [11]. В этих условиях строить здания на сотню лет, ориентируясь только на отопление природным газом, было бы не совсем разумно. Перефразируя слова Д.И. Менделеева, ещё в XIX веке

В России климат более суровый, чем в Германии, поэтому в России пока нет объектов, которые по всем критериям удовлетворяли бы стандарту «пассивного» дома. Однако уже есть «активные» здания, которые компенсируют более высокое потребление энергоресурсов за счёт ВИЗ

сказавшего, что *«сжигать нефть — всё* равно что топить ассигнациями», то же самое в XXI веке можно сказать о природном газе. Природный газ есть достояние нынешнего и будущих поколений.

Ситуация усугубляется также и тем, что, согласно испытаниям [12], термическое сопротивление стен современных зданий (99% панельных и более 90% зданий с вентилируемым фасадом) не соответствует проекту и нормативным требованиям. Большинство этих зданий имеет высокие тепловые потери через ограждающую оболочку. Теплоснабжение значительной части из них осуществляется от котельных, которые недостаточно эффективно используют такой ценный вид топлива, как природный газ. В ближайшие десятилетия потребуются огромные капитальные вложения на реконструкцию жилых зданий, поэтому принятие правильных решений при строительстве и реконструкции — это вопрос энергетической безопасности страны. Использование старых технологий в современном строительстве может привести к коллапсу энергетической системы в будущем, так как ресурсы природного газа в отдалённой перспективе будут ограничены, и его сжигание станет чрезвычайно дорогим.

УДК 628.8:697.1:004.942. Научная специальность: 05.14.04.

Применение BIM-, BEM- и CFD-технологий для проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективного дома

Ильдар А. Султангузин, д.т.н., профессор (1); Дмитрий А. Кругликов, магистр (1); Татьяна В. Яцюк, инженер-архитектор (2); Иван Д. Калякин, аспирант (1); Юрий В. Яворовский, к.т.н., заведующий кафедрой промышленных теплоэнергетических систем (1); Алексей И. Бартенев, магистр (1); Александр В. Говорин, аспирант (1); Екатерина В. Жигулина, к.т.н., доцент (1); Валерий Г. Хромченков, старший преподаватель; (1) — Национальный исследовательский университет Московский энергетический институт (НИУ «МЭИ»); (2) — 000 «Агентство проектного консалтинга «Содействие»

В статье представлена концепция и процесс комплексного проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективного дома в течение экизненного цикла на основе применения ВІМ-, ВЕМ- и СFD-технологий. Задача комплексного проектирования — это создание дома с гармоничной архитентурой и минимальными затратами энергоресурсов на поддержание комфортного микроклимата, в том числе с использованием возобновляемых источников энергии. В статье показана эффективность применения комплексного подхода в проектировании дома, приближенного к стандарту «пассивного» дома (Passive House).

Ключевые слова: ArchiCAD, BIM, BEM, CFD, «пассивный» дом, PHPP, энергоэффективность, энергосбережение, вентиляция, рекуперация, тепловой насос, теплоаккумулятор, солнечный коллектор, солнечная батарея.

УДК 628.8:697.1:004.942. Number of scientific specialty: 05.14.04.

Application of BIM-, BIM- and CFD-technologies for design, construction and operation of an energy-efficient house

Ildar A. Sultanguzin, Doctor of Technical Sciences, Professor (1); Dmitry A. Kruglikov, master (1); Tatiana V. Yatsyuk, Engineer-Architect (2); Ivan D. Kalyakin, postgraduate student (1); Yuri V. Yavorovsky, PhD, Head of the Department of Industrial Heat and Power Systems (1); Alexey I. Bartenev, master (1); Alexander V. Govorin, postgraduate student (1); Ekaterina V. Zhigulina, PhD, Associate Professor (1); Valery G. Khromchenkov, Senior Lecturer; (1) — National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (NRU "MPEI"); (2) — "Project consulting Agency "Assistance", LLC

The article presents the concept and the process of integrated design, construction and operation of an energy-efficient house during the life cycle based on the use of BIM, BEM and CFD technologies. The task of complex design is to create a house with harmonious architecture and with minimal energy costs to maintain a comfortable microclimate, including using renewable energy sources. The article shows the effectiveness of the use of an integrated approach in the design of a house close to the Passive House standard.

Key words: ArchiCAD, BIM (Building Information Model), BEM (Building Energy Modeling), CFD (Computational Fluid Dynamics), Passive House, PHPP, energy efficiency, energy saving, ventilation, recuperation, heat pump, heat accumulator, solar collector, solar battery.

^{*} Статья является журнальной версией доклада, сделанного на конференции «ВІМ и ВЕМ-моделирование при проектировании инженерных систем зданий и сооружений». Полная видеозапись конференции размещена в разделе «**Видео**» на сайте **www.c-o-k.ru** и видеосервисе YouTube (канал **C.O.K.**).

В связи с этим необходимо найти обоснованные решения строительства энергоэффективных зданий, которые бы решали задачи комфортного проживания граждан страны, эффективного использования ресурсов, внедрения передовых технологий с использованием альтернативных источников энергии.

В книге [13] излагается концепция Третьей промышленной революции, которая основывалась бы на пяти столпах: «переход на возобновляемые источники энергии; превращение всех зданий в миниэлектростанции, вырабатывающие электроэнергию в месте её потребления; использование технологий в каждом здании для аккумулирования периодически генерируемой энергии; использование интернеттехнологий для превращения энергосистемы каждого континента в интеллектуальную электросеть; перевод автомобильного парка на электромобили, которые могут получать энергию от интеллектуальной континентальной электросети и отдавать избытки в сеть». Данная концепция представляется вполне разумной для XXI века.

Цель работы заключается в построении энергоэффективного здания с минимальным потреблением энергии в течение жизненного цикла «от колыбели до могилы» (From the Cradle to the Grave), исчисляемого как минимум в 100 лет.

В 2014 году Национальным объединением проектировщиков была разработана методика расчёта жизненного цикла жилого здания [14], согласно которой можно было бы объективно сравнивать строительство энергоэффективных зданий с традиционными.

В работе [15] показано, что применение технологии информационного моделирования здания Building Information Modeling (BIM) позволяет быстро проектировать и строить энергоэффективные дома, затем их эффективно эксплуатировать, а демонтировать и утилизировать в конце установленного жизненного цикла.

Основные проектные решения для применения ВІМ-технологии

Форма дома спроектирована по внешним размерам, близким к кубу, для снижения теплопотерь здания через наружную поверхность дома: длина здания $12\,$ м, ширина — $11\,$ м, высота конька крыши над уровнем земли — $10\,$ м.

Крыша двускатная, площадь крыши с южной стороны составляет 130 м^2 для размещения солнечных коллекторов и солнечных батарей. Веранда под крышей с южной стороны имеет размеры $12 \times 3 \text{ м} = 36 \text{ м}^2$. Летом навес над верандой

защищает здание от солнечного перегрева, а в зимний период при низком солнце солнечные лучи свободно проникают внутрь дома через окно и стеклянную дверь. Обустройство веранды с навесом с южной стороны отличает данное рассматриваемое здание от традиционных «пассивных» домов, у которых большинство окон обращено на юг для увеличения теплопритока через них зимой, однако при отсутствии решений по защите дома от перегрева возникают сложности с охлаждением его летом. Окна и стеклянные двери выбирались на основе тендера из более чем десяти вариантов. В результате были выбраны ПВХ-окна фирмы Deckeunink с утеплённым профилем Еfortе и двухкамерным стеклопакетом, заполненным аргоном. Стёкла этих окон имеют два напыления: энергосберегающее и мультифункциональное (для защиты от перегрева летом и утепления зимой). Коэффициент термического сопротивления стеклопакетов составил 1,67 м²·К/Вт, а профиля — 1,05 м²·К/Вт, что в два-три раза лучше обычных окон.



Утепление крыши выполнено древесным волокном Steico Zell толщиной 30 см (с высокой теплоёмкостью для поддержания комфортных температур в летний период), а также негорючим и экологичным материалом URSA PureOne толщиной 15 см (стекловолокном с акриловым связующим, имеющим сертификат для использования в детских и медицинских учреждениях). Расчётный коэффициент термического сопротивления крыши составил $12 \, \text{м}^2 \cdot \text{K/BT} \, [16]$.

Окна являются наиболее слабым звеном в оболочке здания, поэтому выбор окон осуществлялся путём анализа характеристик стеклопакета и профиля.

Расчёты показали, что срок окупаемости тепловой изоляции составляет около девяти лет. Согласно [17] при сроке эксплуатации 100 лет срок окупаемости теплоизоляции в 10—20 лет считается вполне приемлемым и выгодным. Не следует путать эти показатели с критериями, которыми оперируют предприниматели, которые рассчитывают на более короткие сроки

Для утепления внешних стен был выбран минерально-ватный утеплитель с вентилируемым фасадом, который позволяет равномерно со всех сторон удалять влагу из здания через воздушный зазор. В качестве внешней защиты стен здания были выбраны фиброцементные панели КМЕW толщиной 16 и 18 мм, срок службы которых составляет более 50 лет. Для их крепления применялась металлическая вертикальная Т-образная подсистема креплений «Альт-фасад».

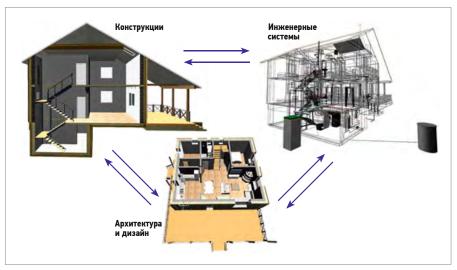
Расчёты показали, что срок окупаемости тепловой изоляции составляет около девяти лет. Согласно [17], при сроке эксплуатации 100 лет срок окупаемости теплоизоляции в 10–20 лет считается вполне приемлемым и выгодным.

Не следует путать данные показатели с критериями, которыми оперируют некоторые предприниматели, рассчитывающие на значительно более короткие сроки (до пяти лет), так как они сами не знают, будет ли существовать их фирма более этого срока. Человек строит энергоэффективный дом и намеревается прожить в нём гораздо больше пятилетнего срока, поэтому процесс проектирования для создания таких зданий должен учитывать весь жизненный цикл.

Применение ВІМ-технологии

Комплексное проектирование здания включает в себя все этапы создания пространственной модели здания с оптимальными характеристиками его оболочки и эффективным энергопотреблением, а также наблюдение результатов эксплуатации после строительства объекта, то есть охватывает все этапы жизненного цикла здания. Именно связка технологий ВІМ и энергомоделирования зданий ВЕМ (Building Energy Modeling) в проектировании позволяет продумать все процессы внутри смоделированного пространства и внедрить их на практике. Программный комплекс ArchiCAD позволяет структурировать все элементы модели в определённые группы, анализировать их в отдельности и совместно, исключая коллизии, одновременно прорабатывая пространственные элементы всех разделов рабочей документации в одной системе.

ВІМ-модель экспериментального энергоэффективного дома была создана в программе ArchiCAD. На первом этапе были разработаны планировочно-пространственные решения с учётом предварительного размещения оборудования и мебели, при этом были учтены потребности в жилых и технических пространствах, продумано расположение зон относительно друг друга с целью минимизации времени перехода из одного помещения в другое, учтены входные группы



** Рис. 1. BIM-проектирование энергоэффективного дома в ArchiCAD 22

табл. 1

относительно участка, дорожек соседних домов и основной дороги, учтено расположение сторон света. При проектировании гармоничного и энергоэффективного пространства требования получаются разнонаправленными и порой взаимоконфликтными [18, 19], поэтому стояла задача уравновесить все требования в одной модели посредством диалога специалистов разных направлений, объединённых в одну команду. Технико-экономические показатели здания приведены в табл. 1.

Концепция планировочно-пространственных решений стала основой для дальнейшей разработки рабочей документации и дизайн-проекта. Последовательность и взаимосвязь этапов проектирования отражена на рис. 1, где задачи

выбора архитектуры и дизайна здания, его конструкции, а также инженерной системы решаются и уточняются в итерационном процессе.

На базе архитектурного проекта спроектированы конструктивный и инженерный разделы дома согласно выбранным параметрам тепловой оболочки и инженерного оборудования. В ходе проектных работ выбиралось наиболее удобное расположение инженерного оборудования и трасс отопления, вентиляции, подачи и отвода воды и хозяйственно-бытовых стоков. В программном комплексе ArchiCAD все элементы структурированы согласно слоям, детализация элементов составила LOD 300.

Технико-экономические показатели здания

Наименование	Количество
Площадь застройки / из них площадь застройки здания / крыльца, пандусы, веранды, приямки, м²	115 / 115 / 56
Общая площадь здания / наземной части / подземной части, M^2	205 / 165 / 40
Количество проживающих, чел.	4–5
Строительный объём / в том числе наземной части / подземной части, ${\sf M}^3$	962 / 829 / 133
Объёмный коэффициент, м	4,6

оовенный поэффициент, и	4,0	
Конструктивные и отделочные материалы дома табл.		
Тип материала	Материал	
Несущая конструкция здания	Железобетонные конструкции фундамента, железобетонные армопояса	
Ограждающие конструкции здания	Газобетонный блок Drauber D500 300×200×600 мм	
Утепление пола первого этажа	Шведская плита «Технониколь» Carbon Eco 400 SP 200 мм	
Утепление стен подвала	Пенополистирол «Технониколь» Carbon Eco 200 мм	
Окна	Профиль ПВХ Deckeunink Eforte / Стеклопакет двухкамерный — аргон 90 %; напыления энергосберегающее и мультифункциональное	
Отделочные и облицовочные материалы / Система крепления фасада	Навесной вентфасад с облицовкой фиброцементными панелями КМЕW тол- щиной 18 и 16 мм / Вертикальная Т-образная подсистема «Альт-Фасад»	
Материалы покрытия полов	Паркетная доска толщиной 7 мм / Керамическая плитка	
Тёплый пол	Трубы Uponor	
Кровельные материалы	Мягкая черепица Shinglas «Кантри Аризона»	
Перегородки (огражд. конструкции)	Газобетонный блок Drauber D500 200×200×600 мм	
Теплоизоляционные материалы (ограждающие стены) / Крепление	Минвата ISOROC «Изолайт» 50 кг/м³ 200 мм / Минвата ISOROC «Изовент-Л» 80 кг/м³ 50 мм / Стеклопластиковые дюбели Tech-KREP IZS 300 и 260 мм	
Теплоизоляционные материалы (крыша)	Задувная теплоизоляция из древесного волокна Steico Zell 300 мм, плиты URSA Pure One 150 мм	

Данная BIM-модель экспериментального энергоэффективного здания была создана в программном комплексе ArchiCAD. Сначала на первом этапе были разработаны необходимые планировочно-пространственные решения

Все конструктивные элементы и отделочные материалы, которые применялись в ВІМ-модели, приведены в табл. 2.

В исходной модели было расставлено оборудование и произведена разводка трасс оптимальным способом (рис. 2).

Источник тепла для отопления и подогрева ГВС — геотермальный тепловой насос и солнечные коллектора. Для работы оборудования используется электричество от распределительной электросети напряжением 380 В.

Система отопления: радиаторы в подвальном помещении, тёплый пол на первом этаже и поверхностное потолочное отопление на втором этаже, которое зимой служит для отопления, а летом — для охлаждения помещений.



Рис. 2. Инженерное оборудование с разводкой трасс

модели таков:

- 1. Тепловой насос Buderus модель Logatherm WPS 11.
- 2. Солнечные коллекторы модели Яsolar (четыре штуки).
- 3. Теплоаккумулятор JÄSPI модели GTV Teknik RD
- 4. Теплоаккумулирующий камин Tulikivi модели KTU 1010/92 с КПЛ = 91 %. Теплотехнические испытания камина показали, что для достижения заданного КПД требуется закладывать не две порции по 4 кг дров (в этом случае температура уходящих газов превышает величину 200°C и КПД снижается до 70%), а четыре закладки древесных брикетов по 2 кг, при этом температура уходящих газов остаётся на уровне 100°C, тогда КПД находится на уровне 90 % и более. Кроме того, достигается экологический эффект — снижается образование NO_X и CO, а также сжигание древесных брикетов позволяет иметь практически нулевой баланс по выбросам парниковых газов.
- 5. Приточно-вытяжная установка (ПВУ) с рекуперацией тепла Turkov Zenit 550 НЕСО с КПД, равным 79%.
- 6. Низкотемпературная система отопления первого этажа, тёплый пол с улучшенными характеристиками. Работа в температурном диапазоне теплоносителя от 22 по 30°С.
- 7. Система потолочного отопления и охлаждения второго этажа.
- 8. Система подогрева воздуха после рекуператора системы вентиляции.
- 9. Все системы объединены в гибридную систему и работают на получение максимального эффекта по энергетической эффективности.

Применение ВЕМ-технологии

Применение ВЕМ-технологии основывалось на расчётах энергопотребления здания с помощью программ Passive House Planning Package (PHPP) и Design PH.

Состав инженерного оборудования ВІМ- Программы РНРР и Design РН позволяют моделировать все составляющие системы энергоснабжения. С помощью этого инструмента проектирования можно задавать параметры оборудования, а также климатические условия, режимы эксплуатации здания, характеристики оболочки и прочие параметры, и рассчитывать как потребление энергии оборудованием, так и её выработку.

> Выбор толщины дополнительной теплоизоляции под вентилируемым фасадом определялся на основе вычислений по программе РНРР. Расчёты показали, что для того, чтобы термическое сопротивление стен составило 10 м2⋅К/Вт (что и требуется для «пассивного» дома), необходи

мо иметь теплоизоляцию из базальтового волокна толшиной 25 см, что было применено для данного дома. Для крепления теплоизоляции было использовано примерно 4000 стеклопластиковых дюбелей, которые не являются «мостиками холода» в стенах, в отличие от металлических.

В работе сравнивались пять вариантов состава оборудования: грунтовый тепловой насос, воздушный тепловой насос и газовый котёл. Для воздушного теплового насоса рассматривались два источника низкопотенциальной теплоты: наружный воздух и удаляемый из помещений после рекуператора. Котёл рассматривался при отсутствии ВИЭ и рекуперации в системе вентиляции. Грунтовый тепловой насос рассматривался при шести и при 36 солнечных панелях. Сравнение вариантов проводилось по годовому энергопотреблению системой в целом и основным оборудованием.

Как видно из табл. 3, самой эффективной системой является система с грунтовым тепловым насосом и 36 солнечными панелями [20, 21]. Следует отметить, что с тепловым насосом используются вертикальные зонды. Здесь мы имеем нулевое по балансу энергопотребление всей системы в пелом.

Расчёт энергобаланса дома производился для полученного пространства в программном комплексе РНРР (рис. 3).

Сравнение вариантов состава оборудования

табл. 3

Параметр	Грунтовый ТН (36 солн. батарей)	Грунтовый ТН (6 солн. батарей)	Газовый котёл	Компактный ТН (удаляемый «воздух-вода»)	Воздушный ТН (наружный «воздух-вода»)
Потребление энергии в условном топливе оборудованием, т.у.т./год	0,961	1,072	1,522	1,326	1,754
Потребление первичной энергии оборудованием, кВт.ч/год	7248	8089	13099	10 004	13233
Удельное потребление первичной энергии системой, кВт.ч/(м²-год)	105	108	126	113	135
Удельное потребление энергии на отопление, кВт.ч/(м²-год)	37	42	46	42	41

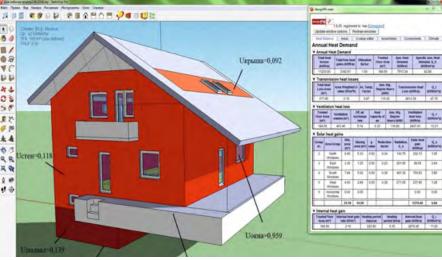


Рис. 3. Расчет энергобаланса дома в программном комплексе РНРР

Рассчитаны теплопотери (через ограждающие конструкции — окна, стены, пол, кровлю) и теплопоступления (от солнечной радиации, людей, освещения и оборудования). По рассчитанной нагрузке на отопление подобрано инженерное оборудование для нескольких вариантов оболочки дома. После нескольких итераций вариантов оболочки и инженерного оборудования нагрузка на отопление была снижена с 42 до 37 кВт·ч/(м²-год).

Для аккумуляции электроэнергии, вырабатываемой солнечными батареями, будут использоваться аккумуляторные батареи, для аккумуляции тепловой энергии используется бак-аккумулятор горячей воды. В тёплый период тепловой насос работать не будет, для покрытия нагрузки от системы кондиционирования воздуха будут использоваться грунтовые зонды.

Для достижения нулевого энергопотребления дома требуется 36 солнечных панелей номинальной мощностью 320 Вт и четыре солнечных коллектора площадью 2 $\rm M^2$ при соответствующих характеристиках теплоизоляции [20].

Применение CFD-технологии для моделирования системы вентиляции

В связи с тем, что в энергоэффективном доме инфильтрация воздуха через окна и наружные стены сведена к минимуму, остро стоит вопрос вентиляции дома. Тепловые потери на вентиляцию в «пассивных» домах — одна из наибольших составляющих данных потерь [20], поэтому для вентиляции дома была подобрана приточно-вытяжная установка с рекуперацией тепла и влаги Turkov Zenit 550 НЕСО. Для догрева воздуха после рекуператора (в холодный период) и для его охлаждения (в летний период) в приточный воздуховод установили канальный водяной теплообменник Zilon ZWS-W 400×200/3.

Догрев воздуха осуществляется горячей водой из теплоаккумулятора, а охлаждение — холодной водой, которая будет

охлаждаться через геотермальный контур теплового насоса.

В табл. 4 приведены расчётные расходы приточного воздуха по помещениям дома. Подача свежего воздуха в жилые помещения первого этажа осуществляется через потолочные анемостаты, а в жилые помещения второго этажа — через напольные решётки, расположенные вдоль внешних стен дома, под окнами. Вытяжка первого и второго этажа организована через санузлы и вытяжные решётки у лестничного холла.

вычислительной гидродинамики Computational Fluid Dynamics (CFD) — ANSYS Fluent. Численное моделирование в CFD решает дифференциальные уравнения аэродинамики и теплофизики в частных производных методом конечных элементов [25, 26]. Суть метода конечных элементов заключается в разбиении расчётной модели на дискретные ячейки, в которых производятся расчёты.

В созданной математической модели для описания физических процессов (выход турбулентного потока воздуха из



Магистрали вентиляционной сети в ВІМмодели энергоэффективного дома выполнены из стальных оцинкованных воздуховодов, ответвления от магистрального воздуховода — гибкими шумопоглощающими воздуховодами.

Применение гибких шумопоглощающих воздуховодов совместно с шумоглушителями на подаче в дом и на выбросе воздуха на улицу позволило снизить шум в вентиляционной сети.

Для анализа температурных полей и полей скорости по помещениям дома ВІМ-модель экспортировалась в пакет

табл. 4

воздухораспределителей, взаимодействие потока приточного воздуха с воздухом рабочей зоны) и элементарных способов переноса теплоты были использованы следующие дифференциальные уравнения гидродинамики и теплообмена:

- \Box уравнения движения или неизотермического течения вязкого газа в декартовых координатах (k– ϵ -модель турбулентности);
- □ **уравнение неразрывности** (сохранения массы);
- уравнение энергии (переноса тепла)
 в прямоугольных декартовых координатах.

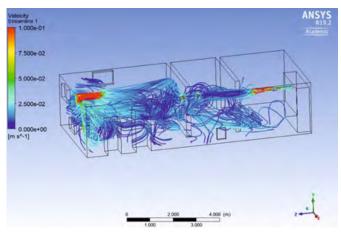
Сетка конечных элементов уплотняется в местах выхода воздуха из воздухораспределителей, в местах удаления воздуха через вытяжные отверстия, у радиаторов в подвале.

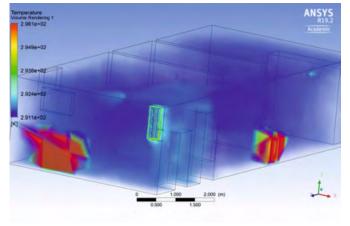
В статье проведено моделирование вентиляции подвала. Были заданы определённые граничные условия: скорость воздуха на выходе из приточных воздуховодов, температура приточного воздуха, температуры нагретых поверхностей (радиаторы, котельное оборудование), температура оконного проёма.

Граничное условие на вытяжке задано через давление.

Расчётные расходы приточного воздуха по помещениям дома

• • •			
Помещение	Объём помещения, м ³	Расход приточного воздуха, м³/ч	Кратность воздухообмена, ч ^{–1}
Техкомната подвала	52	25	0,48
Кладовка подвала	32	25	0,78
Техкомната — гардероб первого этажа	23	50	2,17
Кухня — гостиная	120	100	0,83
Комната 1	36	60	1,66
Комната 2	35	60	1,71
Комната 3	35	60	1,71
Комната 4	37	60	1,62
Зал	87	110	1,26
Суммарный расход, м³/ч		550	





:: Рис. 4. Линии тока в помещении, смоделированные в Ansys Fluent

:: Рис. 5. Моделирование температурных полей помещения в Ansys Fluent

На рис. 4 приведено изображение линий тока в подвальном помещении. На рис. 5 приведено изображение температурных потоков в объёме подвального помещения. Анализ результатов расчёта позволяет оценить эффективность вентиляции, выбрать наиболее оптимальные точки распределения и удаления воздуха. По результатам СFD-моделирования вентиляции подвала было принято решение о переносе точки притока в кладовке в край помещения.

В ходе эксплуатации дома производится измерение фактических параметров для сравнения с расчётными данными и управлением микроклиматом.

Измеряемые показатели: температура внутреннего воздуха на разной высоте в разных помещениях, расходы теплоносителей в контурах отопительного оборудования, температуры поверхностей, расходы и температуры жидкостей на входе и выходе инженерного оборудования, расход воздуха в вентиляционной системы, температуры воздуха на входе и выходе из рекуператора.

Эксплуатация здания

За первый отопительный сезон, когда происходила сушка подвала и стен здания, расход электроэнергии составил 4,9 тыс. кВт-ч, и затраты на покупку электроэнергии для инженерной системы, включая тепловой насос и циркуляционные насосы, составили 17 тыс. руб. В октябре-ноябре работали только три радиаторные батареи в подвале, обогревая весь дом. В декабре залили и высушивали тёплый пол на первом этаже. В январе включили тёплый пол. В феврале установили оптимальный режим отопления с коэффициентом трансформации теплового насоса более 4,0. В апреле подключили солнечные коллектора, которые позволили повысить суммарный коэффициент трансформации до 6,0 и более (рис. 6).

С целью выявления «тепловых мостов» была проведена тепловизионная съёмка объекта. Видимые теплопотери наблюдались на стыке некоторых оконных рам со стенами, также «тепловой мост» существовал на первом этаже на стыке фасада стен и цокольного этажа [20]. Последующие работы позволили устранить эти недостатки. Повторное тепловизионное обследование показало хорошее состояние теплоизоляции фасада здания.

Основным источником теплоснабжения служит грунтовый тепловой насос. В рассматриваемом здании с помощью применения современных теплоизоляционных материалов, энергоэффективных окон и системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией теплоты удаляемого воздуха удалось достичь годового потребления тепловой энергии на отопление 7736 кВт·ч. За счёт возобновляемых источников энергии планируется генерация большей части тепловой энергии,

требуемой для системы горячего водоснабжения. Для выравнивания температурного градиента в помещении используется система «тёплый пол», что также уменьшает температуру теплоносителя по сравнению с традиционными отопительными приборами.

Следует отметить, что в настоящее время невозможно управлять по оптимальному критерию инженерной системой энергоэффективного дома без современных технологий «умного дома» и интернет-технологий [22, 23].

Мониторинг и управление совместной работой теплового насоса, солнечных коллекторов и аккумуляторных батарей осуществлялся с помощью системы «Тепло-МОНИТОР» от компании «Гидро ЛОГО».

Для сравнения на рис. 6 показано, как работал тепловой насос 10 марта (13 включений) и 11 апреля (три пуска), что было обусловлено эффективной работой солнечных коллекторов в апреле месяце.



:: Рис. 6. Потребляемая мощность теплового насоса, наружная и внутренняя температуры воздуха в отопительный сезон 2017—2018 годов

Данная система служит прежде всего для управления системой энергоснабжения здания. Для полного сбора данных о температурах воздуха в различных помещениях применяется система ПТК «Поли-ТЭР» компании НПП «Политех-Автоматика» [24]. Система, оснащённая беспроводными температурными датчиками, начала работу в июне 2018 года. На первом этаже сохранялась комфортная температура на уровне 23-24°C, а на втором этаже, несмотря на хорошую теплоизоляцию крыши, температура повышалась до 26°C, в подвале температура воздуха составляла 17°C, что было вызвано тем, что солнечные коллектора через теплообменник и зонды нагревали грунт, температура которого поднялась до 12°C.

В связи с тем, что второй этаж с тремя спальнями перегревался, возник вопрос об охлаждении потолочными капиллярными матами, которые в зимний период будут использоваться для отопления.

Также встал вопрос об использовании ПВУ с рекуперацией тепла в качестве воздушного охладителя в летний период. В летний период капиллярные маты и приточно-вытяжная установка с рекуперацией тепла будут получать холод через теплообменник, связанный с контуром грунтовых зондов, при этом нагревая землю для использования тепловой энергии в зимний период. В зимний период капиллярные маты и ПВУ Turkov Zenit 550 НЕСО будут нагреваться от теплового насоса через верхнюю часть 500-литрового аккумулятора JÄSPI.



В настоящее время реализуется проект «цифровизации» на основе построения энергетического баланса за различные периоды времени (час, сутки, месяц и т.д.) в рамках расширения системы ПТК «ПолиТЭР» с установкой 15 расходомеров, 20 термопар и шести электросчётчиков для последующего анализа и выбора оптимальных режимов энергоснабжения. Планируемое развитие проекта связано с переходом на автономное существование с нулевым энергопотреблением без вредного воздействия на окружающую среду.

Заключение

Данный проект совместными усилиями студентов, аспирантов и преподавателей используется прежде всего для образовательных целей: проведение энергетического обследования здания, изучение работы инженерного оборудования и его воздействия на окружающую среду. Результаты исследований публикуются в печати, оформляются в виде выпускных и научно-исследовательских работ студентов, а также в виде разделов диссертационных работ.

При проектировании, строительстве и эксплуатации энергоэффективных зданий рекомендуется применять современные методы ВІМ-, ВЕМ- и СFD-моделирования в комплексе.

Последовательность и взаимосвязь этапов проектирования здания или сооружения при ВІМ-моделировании включает в себя задачи выбора архитектурных и дизайнерских решений, конструкции здания и его инженерных систем с учётом множества факторов.

BEM-моделирование на основе применения программ PHPP и Design PH позволяет по рассчитанной тепловой нагрузке подобрать оборудование инженерных систем.

Применение технологий вычислительной гидродинамики (CFD) для моделирования системы вентиляции позволило рассчитать траекторию течения воздуха и распределения температур с целью поддержания комфортной среды в рассматриваемом помещении. •

- 1. Файст В. Основные положения по проектированию «пассивных» домов. М.: Контипринт, 2015. 144 с.
- Feist W., Schnieder J. Energy efficiency a key to sustainable housing. European Physical Journal. Special Topics. 2009. Vol. 176. Pp. 141–153.
- Feist W., Schnieders J., Dorer V., Haas A. Re-inventing air heating: Convenient and comfortable within the frame of the Passive House concept. Energy and Buildings. 2005. Vol. 37. Pp. 1186–1203.
- Schütz W. Energy saving regulations in Germany, history status future. 3. Ingenieurtag 2016 der Fakultät Maschinenbau, Elektro- und Energiesysteme GUS und Osteuropatag. NESEFF-Netzwerktreffen 2016. Tagungsband. Herausgeber: Prof. Sylvio Simon. Brandenburgische Technische Universitat Cottbus-Senftenberg. November 14–15, 2016. Pp. 167–173.
- Бродач М.М., Ливчак В.И. Здание с близким к нулевому энергетическим балансом // ABOK, 2011. №5.
- Елохов А.Е. «Пассивные» здания. Сравнительный анализ методик расчёта // Здания высоких технологий, лето 2013. С. 36–44.
- Шилкин Н.В. Здания с нулевым энергопотреблением. Возможности и перспективы // Энергосбережение, 2015. №7. С. 4–6.
- Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зланий. — М.: ABOK-Пресс. 2002. 194 с.
- Султангузин И.А., Яворовский Ю.В., Жигулина Е.В., Калякин И.Д., Говорин А.В., Кролин А.А., Гужов С.В. Развитие системы энергоснабжения студгородка МЭИ на основе концепции «зелёного» строительства // Журнал С.О.К., 2018. №1. С. 106–109.

- Николаев Б.А. Первый активный дом //Точка опоры, 2015. №198.
- BP Statistical Review of World Energy. June 2017. Pureprint Group Limited. London, UK. 2017. 49 p.
- Крышов С.И., Курилюк И.С. Проблемы экспертной оценки тепловой защиты зданий // Жилищное строительство, 2016. №7. С. 3–5.
- Рифкин Дж. Третья промышленная революция: как горизонтальные взаимосвязи меняют энергетику, экономику и мир в целом. — М.: Альпина нонфикшн, 2015. 410 с.
- Методика расчёта жизненного цикла жилого здания с учётом стоимости совокупных затрат. — М.: НО-ПРИЗ. 2014. 72 с.
- Талапов В.В. Жизненный цикл здания и его связь с внедрением технологии ВІМ [Электр. ресурс]. Портал «Строительный Эксперт». Опубл.: 20.01.2017. Режим доступа: ardexpert.ru. Дата обращ.: 11.03.2019.
- Говорин А.В., Султангузин И.А. Энергоэффективный жилой дом с минимальным потреблением энергии от внешних сетей (Ашукино, Московская область) / Мат. II Климатического Форума городов России «Возобновляемая энергетика: будущее рядом». — М.: ВДНХ, 2018. С. 18–21.
- Габриель И., Ладенер Х. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома. — СПб.: Изд-во «БХВ-Петербург», 2011. 480 с.
- Дэй К. Места, где обитает душа: Архитектура и среда как лечебное средство. Пер. с англ. В.Л. Глазычева. — М.: Изд-во «Ладья», 2000. 280 с.
- 19. Lequenne Ph., Rigassi V. Habitat passif et basse consommation. France, 2011. 221 p. [In French]

- Sultanguzin I.A., Kalyakin I.D., Govorin A.V., Khristenko B.A., Yavorovsky Yu.V. Optimization of the energy efficient active house.
 Ingenieurtag 2016 der Fakultät Maschinenbau, Elektro- und Energiesysteme — GUS und Osteuropatag. NESEFF-Netzwerktreffen 2016. Tagungsband. Herausgeber: Prof. Sylvio Simon. Brandenburgische Technische Universitat Cottbus-Senftenberg. November 14–15, 2016. Pp. 8–12.
- Султангузин И.А., Шютц У., Калякин И.Д., Говорин А.В., Яворовский Ю.В., Жигулина Е.В., Хромченков В.Г., Малахова А.А., Ланцке Б., Дамен А. Расчёт, строительство и обследование фасада энергоэффективного дома // Строительство и реконструкция, 2017. №4. С. 110–118.
- 22. Шувалов Д.Г., Турков О.Ж., Кругликов Д.А., Султангузин И.А., Рудомазин В.В. Энергоэффективные системы вентиляции здания с рекуперацией тепла // Журнал С.О.К., 2018. №9. С. 88–96.
- Sultanguzin I.A., Toepfer H., Kalyakin I.D., Govorin A.V., Zhigulina E.V., Kurzanov S.Yu., Yavorovsky Yu.V. Mathematical modeling and control system of nearly zero energy building. Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Šrodowiska. 2018. No. 2. Pp. 21–24.
- Абдуллин В.В., Шнайдер Д.А., Курзанов С.Ю., Яворовский Ю.В. Использование технологии «интернета вещей» в отоплении зданий: упреждающее управление, распределённый мониторинг, интеллектуальная балансировка // Журнал С.О.К., 2018. № 8. С. 54–58.
- ANSYS Fluent 14.0. Theory Guide. ANSYS, Inc. Southpointe. 2011. 862 p.
- ANSYS Fluent 14.0. Tutorial Guide. ANSYS, Inc. Southpointe. 2011. 1146 p.
 References — see page 94.



Непрерывная модернизация — ключ к успеху*

По словам Сандро Страмаре (Sandro Stramare), директора компании DAB, технологичность и инновационность продукции позволяет говорить на одном языке с потребителем. Это важно, так как именно потребитель создаёт многие тренды, прямо влияющие на бизнес компаний.



** Семейство циркуляционных насосов нового поколения Evosta характеризуется высочайшим качеством благодаря применению высоких технологий в производстве и обладает всеми преимуществами циркуляционных насосов с электронным регулированием



Сегодня ведущей тенденцией в потребительских качествах современной продукции можно назвать энергосбережение. Несмотря на относительно низкую стоимость электроэнергии в России, потребители всё больше отдают предпочтение современным энергоэффективным насосам с частотным преобразователем.

Ещё одна важная тенденция — совершенствование способов коммуникации потребителя с техникой. Процессы взаимодействия с инженерным оборудованием, которым являются насосы, оцифровываются — нормой становятся дистанционно-управляемые модели. Например, электронное управление D.Connect, применяемое в насосах DAB, — это удобное приложение и специальный сайт, которые позволяют в реальном времени через Интернет изменять параметры и отслеживать состояние подключённых продуктов. В насосах DAB через D.Connect управляются такие модели, как Evoplus, e.sybox, e.box и частотные преобразователи ADAC, MCE/P, Active Drive Plus.



** Устройство D.Connect Box предназначено для дистанционного управления продукцией DAB со помощью облачного сервиса D.Connect и мобильного приложения

Меняются и прочие нюансы поведения потребителя: сегодня покупатель начинает приобретать более дорогое оборудование, уделяя особое внимание уровню шума, а также системе диагностики и стоимости эксплуатации.

Компания DAB при ведении бизнеса учитывает все перечисленные тенденции, поэтому прошедший 2018 год «DAB Россия» отметила активным ростом объёма продаж. Также в 2018 году на российском рынке насосного оборудования компания представила совершенно новые циркуляционные насосы с «мокрым» ротором, которые подходят для самых разных

областей применения — новое поколение насосов Evosta. Событие получило большой резонанс, новые модели удостоились высоких оценок специалистов за удобство монтажа, простоту настройки и высокое качество.

Вместе с тем DAB не останавливается на достигнутом и с уверенностью смотрит в будущее. Оно тоже характеризуется определёнными трендами. В частности, «DAB Россия» как производственная компания отмечает развивающиеся тенденции к максимальной автоматизации производства, что влечёт за собой принципиально новый уровень квалификации производственного персонала.



** Насосная станция DAB e.sytwin состоит из двух установок e.sybox и обеспечивает высокую производительность

В сфере монтажа также наблюдается неуклонное повышение уровня профессионализма монтажников, рост влияния профессиональных сообществ и многие другие процессы, характеризующие современный подход к работе.

Компания DAB в 2019 году обновляет серию вертикальных многоступенчатых насосов NKV/ NKVE, а также их комплекты станций повышения давления. Новые модели полностью состоят из нержавеющей стали, оснащены электродвигателем IE3 и обеспечивают стойкость техники при работе с агрессивными жидкостями. Также в 2019 году DAB приступила к модернизации линеек насосов FEKA для канализации и Grinder для сточных вод. В ближайшем будущем компания DAB представит на рынок новые революционные технологии. ●

^{*} Данный материал является продолжением блока статей «Итоги года отрасли и перспективы рынка», опубликованного в журнале С.О.К. №12/2018.



Унитаз-биде TECEone: прост, удобен и надёжен

Новый продукт от TECE — унитаз-биде TECEone — не требует подвода электричества, не содержит сложной электроники, тщательно сконструирован для максимального комфорта потребителя и достигает высочайшего уровня надёжности. А также отличается простотой установки. ТЕСЕ предлагает вам современный подход к дизайну приборов общего пользования, выражающийся в принципе «инновации в простоте».

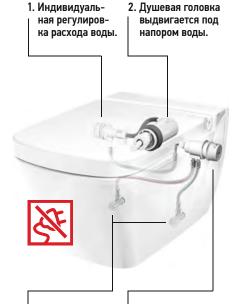


Будущее без проводов

ТЕСЕопе доказывает, что передовые технологии могут функционировать без электроники. При этом тёплая вода для гигиенической процедуры поступает прямо из системы водоснабжения. Таким образом, ТЕСЕопе устанавливает новые стандарты комфорта в интимной гигиене. Кроме того, эта модель отличается простой установкой и обслуживанием!

TECEone: совершенно другой

Сложная электроника, большие размеры, высокая цена — характеристики, которые до сих пор не говорили в пользу установки унитазов-биде. С ТЕСЕопе мы меняем правила игры: благодаря функции душа без подключения к электропитанию унитаз-биде устанавливается так же легко, как и смеситель для душа. Кроме того, модель ТЕСЕопе оснащена интуитивно понятным и удобным управлением, а благодаря красивым формам и компактным размерам она подойдёт для любой ванной.



3. Выводы из стены для горячего и холодного водоснабжения.

4. Индивидуальная регулировка температуры.

Преимущества

Новый гидроизоляционный комплект ТЕСЕ обеспечивает преимущества:

- 1. Без бачка для воды, без подключения к электропитанию, без водонагревателя.
- 2. Простая установка и обслуживание.
- 3. Интуитивно понятное управление двумя регуляторами.
- 4. Компактные размеры.
- 5. Универсальный дизайн.
- 6. Привлекательное соотношение «цена/качество».



Гигиенический душ - легко и просто

Унитазы-биде — это нечто большее, чем просто модная тенденция. Они улучшают гигиену и уже сегодня устанавливают новый стандарт в современном дизайне ванной комнаты. Разработав модель ТЕСЕ-опе, мы сделали в этом направлении ещё один шаг вперёд — создали максимальный комфорт использования и продуманное оборудование для лёгкой гигиенической процедуры:

- **1.** Душевая головка выдвигается под напором воды.
- 2. Ручка управления для индивидуальной регулировки температуры воды до +38°€
- **3.** Ручка управления для установки нужного режима расхода воды до 5,6 л/мин.
- **4.** Автоматическая самоочистка душевой головки до и после каждого процесса эксплуатации.











Меньше технологий, больше безопасности

Нам импонируют простые технологии. Вот почему при разработке TECEone мы сосредоточились на самом главном — эффективном, безопасном и прежде всего простом монтаже и обслуживании инновационного унитаза-биде.



Подвод горячего и холодного водоснабжения через угловые вентили. Скрытый крепёж для настенного монтажа

Качество подтверждено!

Специальное защитное устройство, встроенное в TECEone для защиты питьевой воды, соответствует требованиям DIN EN 1717. Это позволяет нам подключить TECEone напрямую к горячему и холодному водоснабжению.

Керамика и сиденье для нашего унитаза-биде TECEone также соответствуют действующим европейским стандартам DIN EN 997 и DIN 19516.

■



3. Шпильки для монтажа сидений устанавливаются на заводе













Новое оборудование Giacomini на выставке ISH в Франкфурте

Итальянский производитель Giacomini S.p.A. на крупнейшей в климатической отрасли выставке ISH, которая прошла 11–15 марта во Франкфуртена-Майне, на стенде площадью 400 м² продемонстрировал внушительную экспозицию оборудования и решений для систем отопления, энергоснабжения, охлаждения, водоснабжения зданий, а также арматуру систем пожаротушения. Примечательно то, что на стенде были представлены только новинки компании, поступающие на рынок в 2018-2019 годах.



Технология использования водорода в качестве источника и резерва энергии для бытовых систем, которую Giacomini coвершенствует в течение почти десяти лет, была показана в виде энергетической установки нового поколения Solenco Powerbox, обладающей общим КПД системы генерации электричества и тепла, доведённым до 97%. Эта система позволяет организовать снабжение зданий теплом, горячей водой и электричеством полностью автономно, без подключения к внешним сетям и, кроме того, не нанося никакого вреда окружающей среде.

С помощью электроэнергии, полученной от возобновляемых источников энергии (солнечное излучение — фотогальванические батареи, ветер — ветрогенераторы и т.д.), установка выполняет электролиз воды для получения водорода, который позволяет хранить энергию, не используемую в момент производства. Водород в системе Powerbox сохраняется в топливных ячейках большой ёмкости такое хранение является полностью безопасным, а накопленный энергоноситель расходуется по мере необходимости.



Конденсатный котёл Giacomini H₂vdroGEM

Сердцем установки является конденсатный котёл Giacomini H₂ydroGEM с инновационной водородной горелкой — каталитическая реакция низкотемпературного горения водорода производит тепловую энергию для систем отопления и ГВС без выделения углекислого газа и других вредных веществ, характерных для сжигания ископаемого топлива. В случае потребности в электроэнергии установка также способна произвести её в результате химической реакции, используя запасы водорода в топливных элементах.

Среди других компонентов теплоснабжения Giacomini представила несколько моделей тепловых насосов вида «воздухвода», как моноблочных, так и сплит-систем, также с интеграцией ГВС, мощностью от 6 до 16 кВт.



3 Энергетическая установка Solenco Powerbox

Значительному обновлению подверглись системы потолочного отопления и охлаждения. В новой серии подвесных потолков GK-V Ultra теплоотдача доведена до 124 Вт с одного квадратного метра в режиме охлаждения и до 150 Вт — в режиме отопления! Также на стенде компания представила две серии подшивных потолков на базе панелей из гипсокартона, позволяющих оборудовать активные поверхности для жилых помещений, в том числе и при реконструкции.



:: Подвесной потолок GK-V Ultra















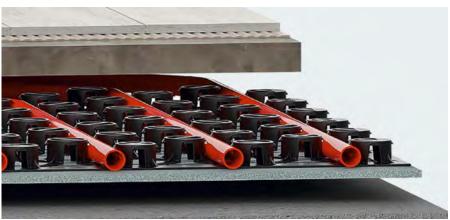












ះ Тёплые полы Giacomini Spider (вверху) и Spider Slim с допустимой высотой стяжки менее 2 см

Тёплые полы Giacomini на выставке также были представлены четырьмя сериями оборудования, среди которых следует отметить новую систему Spider Slim — подложку тёплого пола инновационной трёхмерной структуры, позволяющей выполнять тёплые полы с высотой стяжки менее 2 см!

Для управления системами отопления и охлаждения помещений Giacomini представила новый комплекс автоматики прямого действия с возможностью дистанционного управления системами дома при помощи приложения K-Domo, а также новые компоненты беспроводного комплекса KLIMAdomotic для систем





Беспроводной комплекс KLIMAdomotic

радиаторного отопления и панельных систем отопления и охлаждений.

Для комплектации центральных систем тепло- и водоснабжения, для применения на промышленных объектах, в многоэтажных жилых и общественных зданиях разработана фланцевая арматура Giacomini, большей частью выпускаемая из чугуна. Серии фланцевой арматуры включают в себя балансировочные клапаны, поворотные и клиновые задвижки, шаровые краны, фильтры, обратные клапаны и выпускаются в размерах от Ду20 до Ду600. Многие элементы арматуры имеют специальное исполнение для систем питьевого водоснабжения — с рабочими деталями из нержавеющей стали, а также модификации на условное давление 25 бар.



Фланцевая арматура Giacomini

Динамические термостатические клапаны Giacomini серии DB, впервые представленные на выставке Aquatherm в России, во Франкфурте были выставлены во всех модификациях и стандартах подсоединения термоголовок. Эти клапаны обеспечивают автоматическое поддержание постоянства расхода теплоносителя, поступающего в отопительные приборы. Применение таких клапанов позволяет сохранить постоянным расход теплоносителя через отопительные приборы, в случае изменений нагрузки внутри системы, без использования балансировочных клапанов. Динамические термостатические клапаны Giacomini имеют широкий ра-



:: Клапаны Giacomini серии DB

бочий диапазон — показатель перепада давления, при котором обеспечивается постоянство расхода, составляет 150 кПа, а значение расхода — до 250 л/ч. На базе этих автоматических клапанов были выполнены коллекторные узлы для систем напольного и радиаторного отопления, показанные на стенде Giacomini на ISH.

Большое внимание посетителей из России привлекли новые автоматические балансировочные клапаны Giacomini — автоматические регуляторы расхода R206A и поддержания перепада давления R206C. Обладая компактными размерами, клапаны должны обеспечить высокие эксплуатационные характеристики при низкой стоимости изделий, по заверению производителя. Поставка новых балансировочных клапанов в Россию, где, как ожидается, они найдут большой спрос, намечена с мая 2019 года.



\rm Клапаны Giacomini R206A и R206C



Исследование естественного циркуляционного давления в системах водяного отопления

Замеры на экспериментальном контуре системы отопления и расчеты естественного циркуляционного давления позволяют сделать вывод о правильности публикации, что *«всякое охла*ждение воды в местах системы, лежащих выше котла, способствует созданию положительно действующего давления». Это позволяет в гравитационных системах отказаться от тепловой изоляции главного стояка, устройство которой более 80 лет рекомендуют в учебниках и справочнике проектировщика.

Автор: Ю.С. КРЫЖАНОВСКИЙ, к.т.н., доцент, Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета (ИАиС ВолГТУ)

Естественное циркуляционное давление является основным в гравитационной системе и дополнительным в насосной системе водяного отопления. Оно возникает только в вертикальной системе и определяется как разность гидростатических давлений двух столбов (подъёмного и опускного) воды одинаковой высоты, но разной плотности.

По вопросу его определения в литературе имеются противоречивые указания. Например, в учебниках профессора Б.М. Аше утверждается, что одним из условий циркуляции воды в кольце является то, «чтобы точки нагрева и охлаждения находились на двух различных вертикальных ветвях» [1, стр. 160]; «подъёмный магистральный стояк должен быть особо тщательно изолирован» [2, стр. 473]; «охлаждение воды в восходящих горячих стояках вызывает уменьшение действующего давления» [3, стр. 472].

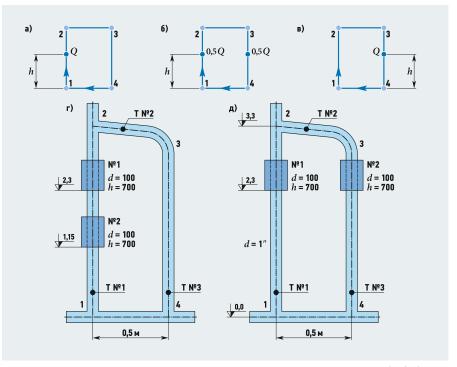
Эти указания противоречат публикации, что «всякое охлаждение воды в местах системы, лежащих выше котла, способствует созданию положительно действующего давления» [3, стр. 190]. То есть для трёх вертикальных систем с разным расположением охладителей естественное циркуляционное давление в них будет одинаковым.

С целью проверки правильности этого утверждения в лаборатории отопления Ленинградского инженерно-строительноС целью проверки правильности этого утверждения в лаборатории отопления ЛИСИ автором были проведены экспериментальные наблюдения за циркуляцией воды в контуре из стеклянных труб высотой около 4 м

го института (ЛИСИ — до 1992 года, ныне СПбГАСУ) автором были проведены экспериментальные наблюдения за циркуляцией воды в контуре из стеклянных труб высотой около 4 м (рис. 1, г и д). Для охлаждения воды в контуре на трубы были надеты стальные сосуды №1 и №2 высотой около 700 мм и диаметром 100 мм, которые заполнялись льдом. Для удаления из них талой воды дно сосудов имело отверстие. Применительно к условиям опытов сосуды могли быть перемещены по вертикали.

Скорости воды определялись в горизонтальном участке 1–4 методом поплавков. Для этого использовался секундомер и водный раствор краски нигрозина, который вводился в участок контура с помощью иглы медицинского шприца под давлением сосуда с краской выше верхней точки контура.

Температуры воды в контуре замерялись термопарами, спаи которых были установлены на поверхности стеклянных труб и в сосуде с тающим льдом.



2.1. Три варианта расположения точек охлаждения в одном и том же контуре (а, б, в) и схема экспериментальной установки для визуальных наблюдений циркуляции воды в контуре (г, д) [1 — точка нагревания воды; Q — расчётная тепловая нагрузка; №1 и 2 — сосуды для охлаждения воды в контуре; Т. №1, 2 и 3 — термопары; в схеме (г) участки 2–3 и 3–4 заизолированы, 1–2 и 1–4 не заизолированы, в схеме (д) участок 2–3 заизолирован, остальные нет]

Задачами эксперимента являлись:

- \square выявление возможности естественной циркуляции в схемах рис. 1, а и б в том же направлении, что и в схеме рис. 1, в;
- сопоставление скоростей циркуляции для указанных гидравлических схем.

Был проведён ряд опытов в стационарном режиме.

Опыт №1. Установка смонтирована согласно рис. 1, г. Нагревание воды осуществлялось в точке 1, что соответствует схеме рис. 1, а.

Нагревание воды в точке 1 сразу вызвало циркуляцию воды в направлении от точки 1 к точке 2. Затем оба охладителя были заполнены тающим льдом. Циркуляция воды продолжалась в том же направлении. При температурах термопар Т №1, 2 и 3, соответственно, 28,3; 23,1 и 23,0 °C скорость циркуляции от точки 1 к точке 2 составляла около $4\,\mathrm{cm/c}$.

Таким образом, результаты первого опыта не подтвердили указание, что одним из условий циркуляции воды в контуре является то, *«чтобы точки нагрева и охлаждения находились на двух различных вертикальных ветвях»* [1, стр. 160].

Интересно отметить, что после прекращения нагрева циркуляция воды от точки 1 к точке 2 замедлялась, а затем через несколько минут сменилась на противоположную — от точки 1 к точке 4.

Опыт №2. Установка смонтирована согласно рис. 1, г. Нагревание воды осуществлялось в точке 4, что соответствует схеме рис. 1, в. При нагревании возникала циркуляция от точки 4 к точке 3. Направление её оставалось прежним и при загрузке обеих охладителей льдом. При температурах в термопарах Т №1, 2 и 3, соответственно, 25,0; 30,3 и 30,5 °C скорость циркуляции от точки 4 к точке 3 составляла около 4,8 см/с.

Превышение скорости циркуляции во втором опыте объясняется тем, что в первом опыте горячая вода поступала сначала в нижний охладитель, а во втором — в верхний; температура воды была выше.

Опыт №3. Установка смонтирована согласно рис. 1, д. Нагревание воды в точке 4, что соответствует схеме рис. 1, 6.

Нагревание воды начиналось после заполнения льдом охладителей. Возникала циркуляция от точки 4 к точке 3. Показания термопар Т №1, 2 и 3: 23,6; 26,3 и 29,4 °C, соответственно. Скорость циркуляции составила 5 см/с. Это больше скорости в первых опытах из-за более высокого расположения охладителя №2. После прекращения нагревания, как и в опыте №2, циркуляция продолжалась длительное время в том же направлении.

Первые три опыта выявили возможность осуществления циркуляции в одном и том же направлении для трёх разных схем, приведённых на рис. 1. В этих опытах направление циркуляции было восходящим от точки нагрева. Ниже приводится описание четвёртого и пятого опытов, в которых направление циркуляции было нисходящим от точки нагрева.

Опыт №4. Установка смонтирована согласно рис. 1, г. Охладители №1 и №2 заполнялись льдом. Возникала циркуляция от точки 1 к точке 4. Направление её не изменилось и при начале нагревания контура в точке 1.





Двух- и трехходовые водогрейные газовые котлы ГК-НОРД от 175 кВт до 5 МВт

Надежность • Экономичность Простота в обслуживании • Доступные цены



Компактные мини-котельные ТГУ-НОРД от 30 до 350 кВт

Автономный источник тепла и ГВС Позволяет отказаться от тепловых сетей На базе котлов ГК-НОРД



Сделано в России

Производитель ООО «Северная Компания» Эксклюзивный дистрибьютор ООО «Авитон» www.aviton.info post@aviton.info
+7 (812) 677 93 42

Опыт №5. Установка по рис. 1, г. Был произведён нагрев контура в точке 1. Началась циркуляция в направлении 1-2-3-4. Затем горелку переставили от точки 1 к точке 4, и после этого оба охладителя были заполнены льдом. Направление циркуляции при этом осталось прежним: 1-2-3-4. После выключения горелки оно через несколько минут сменилось на обратное — от точки 1 к точке 4.

Итак, результаты визуальных наблюдений выявили, что направление циркуляции в контуре и величина естественного циркуляционного давления практически не зависят от того, где находятся точки охлаждения — на подъёмном или опускном стояке кольца.

Иначе: «всякое охлаждение воды в местах системы, лежащих выше котла, способствует созданию положительно действующего давления» [3, стр. 190]. То есть для трёх вертикальных систем по рис. 1 оно будет практически одинаковым (при прочих равных условиях).

Проверим сказанное расчётным путём для трёх вариантов размещения охладителей согласно рис. 1 а, б и в. Расчётные параметры в системе отопления контура высотой 4 м условно приняты 80–60°C с нагревом воды в точке 1.

Вариант 1. Условно принято, что в подъёмном (главном) стояке вода будет равномерно остывать от 80 до 60 °С. Остальные участки контура идеально заизолированы. То есть, в опускном вертикальном стояке по всей его высоте будет находиться вода с температурой 60 °С.

Естественное циркуляционное давление определяем по формуле:

 $p = gh(\rho_0 - \rho_r), \Pi a, \tag{1}$

 $p = 9.81 \times 4.0 \times (983.24 - 977.81) = 213$ Па, где g = 9.81 кг/с² (ускорение свободного падения); ρ_0 — плотность воды в опускном стояке, при 60 °C равная 983.24 кг/м³;



 $\rho_{\rm r}$ — то же в главном стояке при температуре $t=(80+60)/2=70\,{\rm ^{\circ}C}$ — 977,81 кг/м³.

Прототипом данной системы по варианту 1 является вертикальная однотрубная насосная система водяного отопления с опрокинутой циркуляцией воды в стояках с нижней разводкой подающей магистрали.

Вариант 2. Условно принято, что в подъёмном (главном) и опускном стояках вода будет равномерно остывать, соответственно, от 80 до 70°С и от 70 до 60°С. Горизонтальные участки контура идеально заизолированы:

 $p=9,81\times4,0\times(980,59-974,89)=223$ Па, где 980,59 кг/м³ — величина плотности воды в опускном стояке при температуре $t=(70+60)/2=65\,^{\circ}\mathrm{C}; 974,89$ кг/м³ — плотность воды в главном стояке при температуре $t=(80+70)/2=75\,^{\circ}\mathrm{C}.$

Прототипом системы по варианту 2 является вертикальная однотрубная насосная система с нижней разводкой обеих магистралей (с П-образными стояками).

Вариант 3. Условно принято, что подъёмный (главный) стояк и горизонтальные участки идеально заизолированы, в опускном стояке вода будет равномерно остывать от 80 до 60°C:

 $p = 9.81 \times 4.0 \times (977.81 - 971.83) = 234$ Па, где 977.81 кг/м³ — величина плотности

воды в опускном стояке при температуре $t=(80+60)/2=70\,^{\circ}\text{C}$; 971,83 кг/м³ — плотность воды в главном стояке при температуре $t=80\,^{\circ}\text{C}$.

Прототипом системы по варианту 3 является вертикальная система водяного отопления с верхней разводкой.

Приведённые расчёты по формуле 1 подтвердили результаты визуальных наблюдений, что «всякое охлаждение воды в местах системы, лежащих выше котла, способствует созданию положительно действующего давления» [3, стр. 190].

То есть, написанное в справочной литературе: «для увеличения естественного циркуляционного давления рекомендуется уменьшать охлаждение воды в главном стояке» [4, стр. 115], приходится считать неправильным.

Выводы

- 1. Величина естественного циркуляционного давления и направление возникшей циркуляции не зависит от того, находятся ли точки нагрева и выше их расположенные точки охлаждения на подъёмном или опускном стояках циркуляционного контура (при прочих равных условиях).
- 2. В целях увеличения естественного циркуляционного давления и использования полезной теплоотдачи главного стояка от его тепловой изоляции следует отказаться. Это особенно целесообразно для гравитационных систем отопления квартир, дач, пассажирских вагонов и тогда, когда стояк проходит через отапливаемые помещения. Допустимо присоединять отопительные приборы непосредственно к главному стояку. Целесообразно повышать температуру в котле на величину остывания воды в главном стояке. •



- 1. Аше Б.М. Отопление и вентиляция. Ленинград: ОНТИ, 1932.
- 2. Аше Б.М. Отопление и вентиляция. Т. 1. Москва-Ленинград: ОНТИ, Госстройиздат, 1934.
- Аше Б.М., Максимов А.М. Отопление и вентиляция.
 Т. 1. М.: Госстройиздат, 1939.
- Внутренние санитарно-технические устройства: Справочник проектировщика. Ч. 1: Отопление. Изд. 4-е, перераб. и доп. / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. — М.: Стройиздат, 1990. 344 с.











ХІ МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

ІХ МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС



Энергосбережение и энергоэффективность динамика развития





Санкт-Петербург

Организатор



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





Эжекторнотурбинный теплоэлектрогенератор на твёрдом топливе*

В качестве приоритетного направления применительно к небольшим распределённым объектам сельскохозяйственного назначения предлагается использовать теплоэлектрогенератор на твёрдом топливе с воздушной турбиной, работающей в составе с генератором, компрессором. Предлагаемое преобразование тепловой энергии сгораемого твёрдого топлива является примером использования воздушной турбины как силового агрегата. а в качестве рабочего тела использующего смесь продуктов сгорания топлива и воздуха. В этом, помимо использования твёрдого топлива, заключается новизна данной технологии.

Автор: А.И. КУСКОВ, к.т.н., старший научный сотрудник, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Сегодня никто не знает ответа на вопрос, каким будет облик энергетики будущего. Территория России огромна, а заселена неравномерно. Исходя из этого, централизованно обеспечить теплом и электроэнергией отдельные анклавы проживания населения и производств непросто и дорого. Затраты на энергообеспечение повысились. Минэнерго оценило потребность в инвестициях в ветхие теплосети в 300 млрд руб. в год, а доля ветхих теплопроводов, представляющих реальную угрозу разрушения в отопительный период, составляет 21,5 %.

В нашей стране, являющейся газовой державой мирового масштаба, газифицировано лишь около 50% городских и около 35% сельских населённых пунктов. Это также связано с масштабами нашей страны и невозможностью прокладки распределительных газовых сетей до всех потребителей. Поэтому для отдельных мест рассредоточенного проживания и работы населения, где отсутствует и не предвидится централизованное теплои электроснабжение, целесообразно иметь автономное энергоснабжение с использованием местного топлива. Уже сегодня необходимы инновационные разработки, направленные на совершенствование топливно-энергетического баланса отдалённых регионов, на повышение эффективности использования энергетических ресурсов за счёт использования местных возобновляемых источников энергии, и тем самым на укрепление энергетической безопасности страны. При этом оказалось, что организовывать автономное энергоснабжение будет дешевле.

Альтернативой централизованному производству тепла и электроэнергии становится автономное энергоснабжение, основой которого являются теплоэлектрогенераторы малой и средней мощности, работающие на твёрдом топливе.



:: Рис. 1. Пеллетный отопительный котёл



:: Рис. 3. Пеллетный камин

Для регионов, не имеющих каких-либо природных источников углеводородов, но имеющих огромные лесные массивы, развитие региональной энергетики на базе имеющихся запасов древесного топлива открывает широкие перспективы экономического роста и обеспечения региональной энергетической независимости. Поэтому технологии получения энергии из древесных отходов в последние годы развиваются и совершенствуются. Теперь появляется возможность автономного получения энергии из наиболее экологически чистого твёрдого топлива (пеллет). Уже серийно выпускаются автономные пеллетные водогрейные котлы (рис. 1) с автоматическими горелками (рис. 2) и пеллетные камины (рис. 3) для воздушного отопления.

Уже сегодня необходимы инновационные разработки, направленные на совершенствование топливно-энергетического баланса отдалённых регионов, на повышение эффективности использования энергетических ресурсов за счёт использования местных возобновляемых источников энергии



:: Рис. 2. Горелка «Пеллетрон-М» с бункером

^{*} Статъя является журнальной версией доклада, сделанного на конференции «Котельные на основе теплогенераторов малой и средней мощности: надежность, энергоэффективность, модернизация и оптимизация затрат». Полная видеозапись конференции размещена в разделе «Видео» на сайте www.c-o-k.ru и видеосервисе YouTube (канал C.O.K.).



вать шума от работы генератора ночью. А в электрическом бойлере-накопителе можно получать тёплую воду для использования в качестве ГВС.

Россия, безусловно, лучше, чем любая другая страна в мире в целом обеспечена собственными запасами традиционных топливно-энергетических ресурсов. Но запасы относительно недорогих нефти и газа не безграничны. На разведку и освоение новых месторождений требуются всё возрастающие затраты.

С развитием технологий использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в качестве системы малой распределённой генерации вместо традиционных топливно-энергетических ресурсов в Российской Федерации и в мире ведутся

Но наиболее привлекательными являются установки для одновременного воздушного отопления и получения электрической энергии. Безусловно, заманчиво иметь у себя в доме воздушное отопление и свою электростанцию, работающую на местном топливе.

В 2018 году ФНАЦ ВИМ получены патент РФ №2654265 на изобретение «Когенератор на твёрдом биотопливе» [1] и патент РФ №2660226 «Теплоэлектрогенератор на твёрдом топливе» [2].

Практическое освоение и внедрение изобретений с целью одновременного получения тепла и электроэнергии из местного топлива, производимого из отходов сельского хозяйства и лесопереработки, при огромных лесных массивах в Российской Федерации ведёт к полной независимости пользователей от подвода газа или подвоза жидкого топлива.

На территории нашей страны сосредоточено около 23% всех лесных ресурсов планеты, а древесина является наиболее значительным из альтернативных топлив. В виде отходов лесопереработки и деревообрабатывающей промышленности ежегодно образуется древесное сырье, эквивалентное 40 млн тонн условного топлива. Эти отходы научились эффективно перерабатывать в древесные гранулы (пеллеты, рис. 4), которые считаются наиболее экологически чистым топливом и пользуются большим спросом в западноевропейских странах. При сгорании угля в атмосферу выделяется 60% углекислого газа, что критически сказывается на тепловом балансе Земли. А при использовании пеллет выделение углекислого газа близко к нулю, то есть их сжигание не угрожает нашей планете парниковым эффектом.

В целом, не менее 80% населения сельскохозяйственных районов России может быть обеспечено теплом и энергией



Рис. 4. Виды пеллет [изготовленных из: **a** — древесных опилок берёзы; **6** — гречневой шелухи; **в** — стеблей рапса; **г** — ржи (соломы); **д** — рисовой шелухи; **е** — шелухи семечек подсолнуха; **ж** — торфа; **3** — ячменя (соломы); **и** — древесных опилок сосны]

за счёт местных возобновляемых биоресурсов. Реализация технологии использования местного твёрдого топлива для автономного обеспечения теплом и электроэнергией является привлекательной целью. Это в разы экономически эффективнее по сравнению с созданием новых тепловых сетей, магистральных сетей электропередач и газопроводов.

Учитывая беспрерывное получение тепловой энергии от твёрдого топлива при меняющейся электрической нагрузке, целесообразно иметь накопитель электроэнергии, чтобы получать от него электроэнергию периодически, но с повышенной мощностью нагрузки. Наличие аккумулятора позволит в тёплый период года временно отключать источник тепла (пеллетную горелку) и таким образом экономить топливо, а также не созда-

разработки и создание средств автономного электро- и теплоснабжения потребителей на основе использования энергии солнца и ветра. Однако при распределённой генерации такие энергоустановки сегодня могут оказаться только вспомогательными средствами и не могут в полной мере обеспечить положительный экономический, социальный и экологический эффекты.

Таким образом, распределённое энергообеспечение с гарантированной выработкой энергии на местах её потребления с использованием местных источников энергии поможет решить проблему. Таким источником становится наиболее экологически чистое топливо (пеллеты), производимое из отходов сельскохозяйственного производства, лесопереработки и других отходов.

Основой распределённой генерации ныне являются дизельные электростанции на привозном топливе (около 50 тыс. мощностью 17 ГВт). Наличие же источников локального загрязнения окружающей среды в населённых пунктах, расположенных в зонах, в которых теплоснабжение и горячее водоснабжение осуществляется с помощью местных котельных, а электроснабжение от газопоршневых и дизельных генераторов не способствует становлению экологически безопасной распределённой генерации.

Однако такие автономные источники энергии (и дизельные, и газопоршневые) в большинстве случаев ориентированы только на использование газа и в основном продуктов нефтепереработки.

Таким образом, назрела насущная необходимость развития распределённой генерации с условием одновременного решения проблем экологической безопасности энергоснабжения.

твёрдое биотопливо — древесные гранулы (пеллеты) в итоге могут сыграть ключевую роль в формировании современной распределённой энергетики. После открытия огня первобытными людьми дрова как возобновляемый источник энергии до настоящего времени не иссяк и приобретает новое качество.

За счёт твёрдого биотоплива Россия сможет не только сохранить, но и усилить своё лидерство на мировом рынке топлива в ближайшие годы. В некоторых странах (например, Бразилия) довольно широко в целях получения жидкого биотоплива традиционно применяется биомасса, вклад которой в суммарный мировой энергетический баланс сегодня оценивается примерно в 9,3%.

Пеллеты — один из самых энергоёмких видов топлива. Теплотворная способность пеллет сравнима с углем и составляет от 4,3 до 5,0 кВт/кг. При сжигании тонны пеллет выделяется столько же

энергии, сколько при сжигании 1,6 тонн древесины, 480 м³ газа, 500 л дизельного топлива или 700 л мазута. Сравнительные характеристики приведены в табл. 1 и 2.

Пеллеты — экологически безопасное биотопливо, получаемое из отходов сельского хозяйства (лузга подсолнечника, солома, стебель кукурузы и т.п.), древесных отходов, торфа и т.д.

Теплоэлектрогенераторы на пеллетах, имеющие благоприятные массогабаритные, экологические и производственнотехнологические показатели, являются перспективными автономными энергетическими установками для освоения развивающихся и энергодефицитных районов страны и решения задач:

- автономного энергоснабжения коттеджных посёлков и деревень, во многих из которых до сих пор не решён вопрос централизованного снабжения тепловой и электрической энергией;
- □ очищения лесов от накопившихся отходов лесопереработки с получением энергии из этих отходов;
- □ уничтожения производственных отходов сельского хозяйства и деревообрабатывающей промышленности с получением энергии из отходов.

В качестве одного из вариантов одновременного получения тепла и электроэнергии предлагается эжекторно-турбинный теплоэлектрогенератор (ЭТЭГ), который согласно рис. 5 содержит: пеллетную горелку с автоматической подачей топлива как источник тепловой энергии, воздушный эжектор с камерой смешения, центробежный турбокомпрессор, силовую турбину, генератор, воздуховоды.

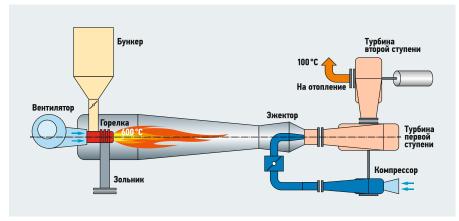


Рис. 5. Схема эжекторно-турбинного теплоэлектрогенератора

Широкое использование автономных источников энергии, работающих на местном топливе, отражает мировую тенденцию к ресурсосбережению. Данное направление интенсивно развивается в странах, имеющих значительные запасы биоресурсов (леса, торфа и т.д.). Многие регионы России обладают огромными запасами местного дешёвого биотоплива, которые могут быть использованы в энергетических целях. А использование энергии солнца и ветра в России малоэффективно и дорого.

При поиске надёжного, безопасного и дешёвого источника энергии для распределённой генерации, который бы не только не загрязнял окружающую среду, но и решал накопившиеся проблемы, далеко ходить не надо. А надо провести реанимацию такого древнего источника энергии, как дрова и древесные отходы, которые после переработки и превращения в наиболее экологически безопасное

Сравнительные характеристики разных видов топлива			табл. Т	
Вид топлива	Теплота сгорания, МДж/кг	Содержание серы, %	Содержание золы, %	Углекислый газ, кг/ГДж
Каменный уголь	15–25	1–3	10-35	60
Дизельное топливо	42,5	0,2	1,0	78
Мазут	42	1,2	1,5	78
Щепа древесная	10	0	2,0	0
Пеллеты древесные	17,5	0,1	1,0	0
Пеллеты торфяные	10	0	20	70
Пеллеты из соломы	14,5	0,2	4,0	0
Природный газ	35-38 МДж/м ³	0	0	57

Теплотворность пеллет и других видов топлива

табл. 2

Вид топлива	Теплотворная способность, ккал/кг
Пелетты	4500
Дрова	2500
Уголь древесный	7500
Каменный уголь	7400
Мазут	9800
Дизельное топливо	10200
Природный газ	8300

Центробежный воздушный компрессор расположен на общем валу с турбиной первой ступени, которая является приводом воздушного компрессора. Силовая турбина второй ступени является приводом генератора.

Основным элементом автономного теплоэлектрогенератора является воздушный эжектор, который создаёт разрежение в пеллетной горелке для поступления воздуха в горелку без применения дымососа. Эжектор также служит для получения горячей смеси продуктов сгорания топлива и излишков воздуха, отходящего от горелки, с воздухом, нагнетаемым компрессором и поступающим через сопло в камеру смешения эжектора. Получаемая горячая газовоздушная смесь служит рабочим телом для турбины первой ступени.

Перед розжигом пеллетной горелки запускается вентилятор горелки воздух проходит через горелку и поступает на турбину первой ступени, которая раскручивается вместе с компрессором. Воздух от компрессора пропускается через сопло эжектора, который создаёт разрежение в горелке и увеличивает поток воздуха через горелку. Затем поджигается топливо (пеллеты) и начинается процесс горения пеллет в воздушной среде. Продукты сгорания топлива и излишки воздуха под действием разрежения от эжектора выходят из горелки и с высокой температурой поступают в камеру смешения эжектора, где смешиваются с воздухом, который немного охлаждает высокотемпературные продукты сгорания твёрдого топлива.

После смешивания продуктов сгорания топлива с воздухом рабочая газовоздушная смесь с высоким теплосодержанием (с достаточно высокой температурой и скоростью) от тепла сгораемого топлива проходит через диффузор эжектора и с повышенным давлением поступает в компрессорную турбину первой ступени. На валу турбины происходит получение механической работы, которая полностью затрачивается на привод воздушного компрессора, расположенного с ней на общем валу, мощность турбины и соответственно частота вращения турбокомпрессора и расход воздуха через сопло эжектора увеличиваются. Разрежение в горелке возрастает и поступающего воздуха становится достаточно для полного сгорания и обеспечения автономного горения топлива в горелке, и электрический вентилятор отключается. Турбокомпрессор выходят на рабочий режим.

Отходящая после компрессорной турбины первой ступени рабочая газовоздушная смесь с большим содержанием



Этот вариант эжекторно-турбинного теплоэлектрогенератора с прямым использованием продуктов сгорания твёрдого топлива, смешиваемых с воздухом с помощью эжектора, предназначен для отвода горячей газовоздушной смеси в отапливаемые помещения и получения электрической энергии, то есть является когенератором.

Применение электрического вентилятора для нагнетания газовой смеси в отапливаемые помещения не требуется, роль нагнетателя смеси выполняет центробежный компрессор. ЭТЭГ можно отнести к новому автономному источнику энергии, работающему на возобновляемом твёрдом биотопливе (ВТБ).



чистого воздуха и пониженной температурой поступает в силовую турбину второй ступени. Энергии рабочей смеси достаточно для получения в силовой турбине механической работы для привода электрического генератора небольшой мощности. В силовой турбине рабочая смесь расширяется, её температура ещё понижается, и отходящая смесь при умеренной температуре и минимальном содержании СО2 поступает в теплицы, фермы, сушильные и другие отапливаемые объекты. Учитывая небольшое солержание СО2 в продуктах сгорания пеллет и повышенное содержание в рабочей смеси воздуха, смесь может также нагнетаться в жилые помещения.

Основным элементом автономного теплоэлектрогенератора является воздушный эжектор, который создаёт разрежение в пеллетной горелке для поступления воздуха в горелку без применения дымососа Для автономной работы ЭТЭГ не требуется подводить энергию от внешнего источника, то есть агрегат может начать работу в местах, не имеющих никакой энергии, кроме пеллет, которые надо поджечь. Отсутствие воды в ЭТЭГ нового типа важно при работе в арктических условиях эксплуатации.

Важнейшим заказчиком рынка малой энергетики в настоящее время является жилищно-коммунальное хозяйство, обладающее огромными потребностями в обновлении имеющихся энергетических мощностей. Немалая часть потребителей при этом расположена в районах децентрализованного энергоснабжения на Крайнем Севере, Западной и Восточной Сибири, Дальнем Востоке. Для этих районов автономные ЭТЭГ, работающие на возобновляемом местном биотопливе, с набором высокооборотных электрогенераторов, расположенных в непосредственной близости к потребителям и источникам топлива, должны играть важную роль уже на современном этапе использования, как резервные или аварийные источники энергоснабжения.



А в будущем — как основные источники распределённого энергоснабжения. Широкий диапазон отраслей хозяйства, где ряд задач энергоснабжения будут решать автономные ЭТЭГ, основан на функциональном разнообразии таких генераторов по их назначению и по мощности.

Предлагаемая технология выводит Россию в передовые производители энергии с использованием возобновляемого твёрдого биотоплива для распределённого энергообеспечения отдалённых мест проживания и работы с изобильными запасами леса и отходов его переработки. Это относится к районам, где имеются свободная земля и условия для ведения сельского хозяйства, но куда ещё не подведён газ и дорого подвозить дизельное топливо.

Касаясь реализации разработки ЭТЭГ в ФНАЦ ВИМ, необходимо заметить, что по итогам четвёртого Восточного экономического форума глава государства дал поручение о подготовке и разработке до 1 сентября 2019 года «Национальной программы развития Дальнего Востока России на период до 2025 года с перспективой до 2035 года». Программа должна объединить мероприятия национальных проектов и госпрограмм, долгосрочные отраслевые планы ведомств и инфраструктурных компаний, стратегии развития всех дальневосточных регионов. Желательно стать участником реализации этой программы от Минобрнауки.

Испытания, последующая демонстрация и реклама новой энергетической установки позволят привлечь средства инвесторов-заказчиков на разработку более эффективных когенераторов различного назначения и мощности.

Твёрдое топливо для ЭТЭГ — пеллеты позволяют достичь высокой степени экологичности, и иметь пониженную температуру рабочего тела на выходе из ЭТЭГ.

Более полное использование энергии продуктов горения позволит уменьшить выброс тепла в атмосферу по сравнению с современными бензиновыми, газовыми и дизельными двигателями.

ЭТЭГ на ВТБ можно сравнить с газовой тепловой пушкой. Газовые нагреватели воздуха работают на природном или сжиженном газе. Их используют преимущественно в хозяйственных и промышленных помещениях большой площади, а также на открытых и полуоткрытых площадках. Немаловажно, что эти устройства абсолютно безопасны, количество выделяемых ими вредных веществ примерно такое же, как и у обычной газовой плиты. У ЭТЭГ на ВТБ количество выделяемых вредных веществ ожидается меньше, чем у газовой тепловой пушки.

Предлагаемая технология выводит Россию в передовые производители энергии с использованием возобновляемого твёрдого биотоплива для распределённого энергообеспечения отдалённых мест проживания и работы с изобильными запасами леса и отходов его переработки

Распространение малой распределённой генерации, связанной с началом применения автономных источников энергии на базе компактных автоматизированных установок когенерационного типа на твёрдом топливе, имеющих высокий общий КПД (около 90%), знаменует будущий закат эры гигантских ТЭЦ. А расположение их вблизи мест потребления энергии важно для России при отсутствии электрических сетей на огромных неосвоенных территориях.

Ожидается подлинный переворот в энергетике с внедрением персональных теплоэлектрогенераторов, способных обеспечить теплом и электроэнергией особняк, загородный дом, небольшую компанию или малое предприятие. Такие генераторы в высшей степени эффективны, надёжны и экологически безопасны. Их внедрение по воздействию на общество можно сравнить с началом эксплуатации персональных компьютеров.

У России сегодня сильные позиции в ряде энергетических направлений и мы в перспективе также должны оставаться в лидерской группе стран, создающих инновационные технологии энергогенерации. Будущее за экологически чистой генерацией, и Россия здесь может сыграть ключевую мировую роль, если будет произведён переход на древесные гранулы как наиболее экологически безопасное возобновляемое твёрдое топливо, источником которого является древесина, в изобилии имеющаяся в России и пока не уничтоженная лесными пожарами.

Важно создать спрос на автономные твердотопливные теплоэлектрогенераторы на внутреннем рынке. Когда в России будет спрос на ЭТЭГ со стороны предприятий и частных лиц, то появится потребность в строительстве в России заводов, производящих эту продукцию. Например, спрос на пеллеты, заменяющие дрова и уголь, в России пока не высокий, поэтому около 80% российских пеллет поставляется на западный рынок.

Известно, что в лесопильном производстве России 50% древесины превращается в отходы, к которым добавляются соизмеримые по величине отходы деревообрабатывающих и мебельных предприятий. Кроме того, в сельском хозяйстве ежегодно накапливается значительное количество отходов биомассы. Возврат к биоресурсам — это разумный подход в экономике и экологии.

По мнению экспертов, необходимо развивать «зелёную» мировую генерацию, поскольку сейчас на производство энергии приходится две трети глобальных выбросов парниковых газов. Таким образом, будущее за экологически безопасной генерацией, и Россия здесь может сыграть ключевую мировую роль.

- Патент РФ №2654265. МПК F23G 7/00, F23B 99/00. Когенератор на твёрдом биотопливе / Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Дорохов А.С., Кусков А.И. Патентообл.: ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Заявл.: 07.07.2017. Опубл.: 17.05.2018. Бюлл. №14.
- Патент РФ №2660226. МПК F24H 3/04, F23B 60/00, F02C3/04. Теплоэлектрогенератор на твёрдом топливе / Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Дорохов А.С., Кусков А.И. Патентообл.: ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Заявл.: 18.05.2017. Опубл.: 05.07.2018. Бюлл. №19.

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

Выставка «Мир Климата 2019»: итоги

С 4 по 7 марта в ЦВК «Экспоцентр» прошла 15-я Международная специализированная выставка «Мир Климата '2019» крупнейшее выставочное мероприятие России и Восточной Европы в HVAC&R, которое объединяет лидеров индустрии для делового общения и демонстрации передовых разработок в области производства и внедрения систем кондиционирования, вентиляции, отопления, промышленного и коммерческого холода. Информационную поддержку выставке оказал журнал С.О.К.





Выставка была организована компанией «Евроэкспо» совместно с Ассоциацией предприятий индустрии климата (АПИК) под патронатом Торгово-промышленной палаты РФ (ТПП РФ) и при официальной поддержке Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП). Проект «Мир Климата», входящий в число крупнейших мировых отраслевых выставочных брендов, заслуженно отмечен знаками Всемирной ассоциации выставочной индустрии (UFI) и Российского союза выставок и ярмарок (РСВЯ).

На церемонии официального открытия выставки управляющий делами ТПП РФ В.А. Быков обратил внимание участников и гостей выставки на то, что «...патронат ТПП предоставляется только значимым отраслевым мероприятиям, и то, что выставка "Мир Климата" проходит под патронатом ТПП РФ, подчеркивает как значение климатической отрасли в экономике страны в целом, так и данного мероприятия на отраслевом рынке...».

Исполнительный директор соорганизатора выставки АПИК Д.Л. Кузин отметил: «Выставка с каждым годом прирастает в качественном плане, в первую очередь производителями и компаниями холодильного сектора. Деловая программа в этом году является самой содержательной и представительной за всё время проведения выставки "Мир Климата"».

За время работы выставку посетили 22615 специалистов индустрии практически изо всех регионов России, а также стран ближнего и дальнего зарубежья.

На площади свыше 17 тыс. м² разместились экспозиции более 250 зарубежных и российских производителей и поставщиков климатического и холодильного оборудования из 24 стран мира. Все дни работы выставки на стендах участников шли продуктивные деловые переговоры, в залах семинаров велись содержательные дискуссии.

Оборудование известных мировых брендов: Aereco S.A., Aldes, Aspen Pumps, Bitzer, Buhler AHS, Phoenix Contact, Carel Industries, Condair, Castel, Climatlife, Dahatsu, Danfoss, ebm-papst, GREE, Cooper & Hunter, Nobo, Offenwanger, Olab, Olefini, Ouman, Rovex, Sauermann Group, Siemens, Soler & Palau, Toshiba, Ziehl-Abegg и др. можно было увидеть и на стендах офици-

альных представительств их производителей, и в экспозициях российских дистрибьюторов.

Среди наиболее известных отечественных производителей в выставке приняли участие: Dantex Group, «АерГрупп», «Аэрдин», ГК «АЯК», «Благовест-С+», «БРИЗ — Климатические системы», «ВЕЗА», «Вентарт Групп», «ВКТехнология», «Завод Вентилятор», «Фабрика Вентиляции «ГалВент», «Евроклимат», «Империи Климата», «Инвент», ПО «Климатвентмаш», НПТ «Климатика», «Маркон-Холод», «Морена», «НЕД-центр», «Неватом», «РМ Вент», «Промышленные Холодильные Системы», ГК «Ровен», «Русский Промышленный Холод», «СовПлим», НПО «Тепломаш», ГК «Термокул», «Тэсто Рус», «Хиконинс».



За последние годы выставка стала качественно меняться. Увеличение в экспозиции числа производственных компаний позволяет профессиональным посетителям выставки не только первыми знакомиться с новыми технологичными решениями индустрии, но и в процессе переговоров и обмена мнениями задавать вектор развития в том секторе отрасли, который наиболее востребован у заказчиков.

Директор по развитию департамента инжиниринга НПТ «Климатика» (Wheil) Михаил Будинов отметил, что: «...выставка позволяет общаться со специалистами рынка и разных отраслей экономики, выясняя их запросы, и в дальнейшем развивать именно те направления в оборудовании, которые сейчас востребованы на рынке».

Деловая программа выставки включала 18 мероприятий, которые посетили более 1500 участников. Доклады по самым актуальным вопросом, стоящим в настоящее время перед специалистами отрасли, сделали 110 спикеров, а в рамках «Школы молодых учёных» свои проекты представили 62 студента и аспиранта ведущих профильных вузов страны.

Доклады и дискуссии разных форматов вызвали интерес у различных специалистов как внутри самой отрасли, так и из отраслей экономики, являющихся заказчиками климатического и холодильного оборудования для собственных нужд.

16-я Международная специализированная выставка «Мир Климата '2020» пройдёт в ЦВК «Экспоцентр» с 10 по 13 марта 2020 года.



Как появился на свет компресcop LG R1

Один из ведущих специалистов компании LG Electronics Ким Чоль-хван, занимающийся разработкой систем вентиляции, отопления и кондиционирования и создавший новый компрессор R1, рассказал о том, как состоялся данный технологический прорыв.

Интервью подготовили пресс-служба компании LG Electronics и С.В. БРУХ, директор ГК «Центр Технического Маркетинга», технический редактор журнала С.О.К., автор книги «VRF-системы кондиционирования воздуха. Особенности проектирования, монтажа, наладки, сервиса»



:: Ким Чоль-хван, один из ведущих специалистов компании LG Electronics, демонстрирует рабочее колесо инновационного компрессора R1

Потребление электроэнергии в мире увеличивается, поскольку во многих странах продолжает расти спрос на кондиционирование воздуха. Частично вследствие этого производители кондиционеров стали фокусироваться на увеличении энергоэффективности систем. На это повлияло и ужесточение экологического и энергетического законодательств.

Компрессор, на который приходится примерно 90% потребления электрической энергии, играет решающую роль в определении эффективности и производительности кондиционера. Следовательно, чтобы обеспечить необходимое охлаждение и соответствовать жёстким требованиям европейского законодательства об использовании энергии (или даже превосходить их), необходимо усовершенствовать именно компрессор.

Решая эту сложную задачу, компания LG создала революционный компрессор, который поднимает планку для всей отрасли производства коммерческих систем кондиционирования воздуха.

:: Начнём со знакомства. Расскажите, пожалуйста, нашим читателям о себе, своей должности и о том, за какое направление в компании LG вы отвечаете. К.Ч.-Х.: Меня зовут Ким Чоль-хван (Кіт Cheol-hwan), я разработчик в лаборатории кондиционирования воздуха Центра L&A, который является частью подразделения СТО. В нашей лаборатории мы разрабатываем инновационные технологии, которые обычно появляются на рынке после 5-10 лет напряжённой работы и неустанных исследований и усовершенствований. Мы сотрудничаем с фабрикой LG в Чханвоне и обеспечиваем поддержку от разработки идеи до полной коммерциализации продукта. Я начал работу в этой команде в 2002 году и сейчас отвечаю за

исследования и разработки для нашего спирального компрессора. Это мой второй проект, первым была работа над спиральным компрессором высокого давления для системы Multi V.

Вы работаете в LG более десяти лет удивительно, что это всего лишь ваш второй проект. Сколько времени обычно требуется для завершения проекта?

К.Ч.-Х.: Разработка нового типа компрессора требует технологического совершенства. От первоначального планирования до этапа массового производства может пройти семь или восемь лет. Что касается разработки спирального компрессора высокого давления — первого проекта, над которым я работал, — для его завершения потребовалось около восьми лет. Что касается компрессора R1, мы начали изучать технологию в 2010 году, подали заявку на патент в 2012-м, начали коммерциализацию в 2015 году и приступили к запуску продукта в 2018-м.

Поскольку разработка компрессора R1 заняла так много времени, вы, должно быть, сильно к нему привязались. Можете кратко рассказать о нём нашим читателям?

К.Ч.-Х.: Компрессоры в кондиционерах в идеале должны быть высокоэффективными в плане энергосбережения и производить мало шума для сохранения тишины. Инновационный LG R1 сочетает в себе характеристики спиральных и роторных компрессоров, которые позволяют соответствовать этим двум целям.

Для успешного внедрения спиральной конструкции с нижним сжатием вал должен проходить через центр компрессионного элемента, чтобы обеспечить оптимальную подачу масла в критические области с высоким коэффициентом трения.



Наш компрессор R1 — первое устройство, которое эффективно сочетает «метод сжатия» спирального компрессора и конструкцию механизма роторного компрессора, устраняя при этом недостатки и несовершенства каждого типа.

С какими основными трудностями вы столкнулись при разработке и как вы их преодолели?

К.Ч.-Х.: Насколько я помню, было две основные трудности. Во-первых, подобрать верное соотношение между давлением газа и толщиной стенок компрессора, то есть расположить вал внутри компресси-

Для этого LG разработала первую в мире гибридную спиральную конструкцию со сквозным валом, которая не только нагнетает требуемое давление даже при сквозном расположении вала, но и обеспечивает структурную целостность формы спирали.

Кроме того, лопасть обычного спирального компрессора, как правило, имеет форму дуги с постоянной толщиной, что не даёт большой вариативности с точки зрения конструкции.

С другой стороны, гибридная спираль состоит из двадцати дуг различной формы, что в конечном счёте обеспечивает больше свободы при проектировании. Важно отметить, что в новом компрессоре область сжатия хладагента имеет область эллипса. По завершению цикла скорость сжатия увеличивается, что позволяет хладагенту быстрее достичь требуемого давления, а также повысить надёжность компрессора, увеличивая толщину стенок в области сжатия. LG запатентовала эту технологию в Южной Корее и Соединённых Штатах Америки.

Итак, новый компрессор объединил в себе преимущества своих предшественников — спиральных и роторных компрессоров. Как вам пришла в голову такая инновационная идея?

К.Ч.-Х.: Разработка компрессора R1 началась с идеи поддержания эффективности спирального компрессора при использовании конкурентоспособной цены роторного компрессора, а также его возможностей подачи масла и простоты конструкции. Мне нравится проводить аналогию с грузовиком, чтобы объяснить, насколько R1 лучше по эффективности, чем предыдущие модели компрессоров. Если в прошлом люди использовали десятитонный грузовик для перевозки одной тонны груза, то теперь они могут использовать грузовик грузоподъёмностью в одну тонну для перемещения одной тонны груза



и десятитонный грузовик для десятитонной нагрузки. Представляется разумным иметь компрессор, который сможет регулировать свою производительность в зависимости от имеющейся нагрузки. Это как раз то, что делает компрессор R1.

Итак, мы начали искать способы объединить преимущества обоих типов компрессоров. В случае роторного компрессора сжатие происходит один раз за оборот, что приводит к большим колебаниям нагрузки и шумной работе. Тем не менее, эта технология по-прежнему имеет свои достоинства. Система подачи масла у неё лучше, поскольку компрессионный элемент расположен в нижней части устройства. Кроме того, простая конструкция корпуса делает его производство относительно недорогим.

Спиральный компрессор, с другой стороны, эффективен и не производит шума — две взаимосвязанные спирали обеспечивают плавное сжатие рабочего тела. Тем не менее, сложность конструкции его верхнего компрессионного элемента приводит к относительно низкой конкурентоспособности с точки зрения цены.

онного элемента, чтобы решить фундаментальную проблему спирального компрессора. Однако после размещения вала в центре области сжатия мы обнаружили, что для потребного сжатия не хватает места, что приводит к снижению эффективности и надёжности. Также проявилась недостаточная прочность конструкции.

Мы поняли, что при обычной форме спирали вариант «сквозного вала» невозможен. Обсудив возможные решения проблемы с командой проекта, мы придумали новую форму спирального компрессора с областью сжатия хладагента, имеющей форму эллипса. Так появилась одна из лучших особенностей компрессора R1 — первая в мире гибридная форма спирали со сквозным валом. После этого мы начали проводить глубокие исследования, чтобы воплотить в реальность эту конструкцию.

Вторая трудность была связана с тем, что вал изгибался при высоком выходном давлении. Мы столкнулись с этим, когда пытались понять, как создать спиральный компрессор со сквозным валом и верхним компрессионным элементом.

Проект даже был временно приостановлен, так как решение не находилось. Мы оказались на распутье в ситуации, когда наше исследование могли полностью остановить. К счастью, у компании LG есть отличная программа поддержки, которая помогает исследователям в тот момент, когда они находятся на грани провала. Эта неоценимая поддержка позволила нам привлечь больше финансирования для исследований, и после реорганизации команды мы смогли разработать спиральную конструкцию с нижним компрессионным элементом, которая была способна удерживать вал при высоком выходном давлении.

«воздух-вода» (АWHP) до охлаждающих систем. Блок кондиционирования воздуха, оснащённый спиральным компрессором с нижним компрессионным элементом, может использовать технологию впрыска хладагента, что облегчает контроль и регулировку температуры. Сильные стороны компрессора R1 проявят себя в системах AWHP, ориентированных на ключевые европейские рынки. В Европе отопительные котлы постепенно замещаются тепловыми насосами «воздух-вода» под влиянием общей тенденции ориентированности на экологичность и энергоэффективность.

Способность компрессора R1 работать высоким коэффициентом давления

К.Ч.-Х.: Несмотря на то, что у нас пока нет конкретных планов, мы постараемся разработать технологии как для бо́льших, так и для меньших типоразмеров компрессора R1. Я так долго и усердно работал над этим проектом и потратил так много времени, чтобы увидеть, как он развился до сегодняшнего уровня, что R1 для меня уже как родной сын!

** Если ваша уверенность в этом компрессоре окажется обоснованной, он может стать козырем компании LG, который изменит условия игры на рынке. Как вы думаете, вы все станете миллионерами в ближайшем будущем и уйдёте в отставку?

К.Ч.-Х.: Я думаю, что самая большая награда для исследователя — это получение знаний, профессиональный рост и участие в разработке технологий, которые раньше не существовали. Моя цель не деньги. Я считаю, мне повезло, что в моей жизни было целых две возможности создать оригинальные технологии, и я довёл оба проекта до конца. Если рассматривать такой опыт как ценность, я думаю, что уже стал очень богатым.

:: Можете ли дать прогноз, что ждёт рынок кондиционеров в будущем?

К.Ч.-Х.: Как и во всех других отраслях, среда и рыночные условия могут быстро измениться. В последние годы в отрасли систем вентиляции, отопления и кондиционирования наблюдается рост спроса на кондиционирование воздуха в силу экономического развития и повышения температуры в некоторых регионах мира. В результате увеличилось потребление энергии, и оно продолжает расти. Это увеличение сыграло роль в ужесточении нормативов, касающихся энергоэффективности кондиционеров.

В Евросоюзе уже ужесточили Директиву по энергопотребляющей продукции ErP — от класса A (охлаждение/нагрев — 5,1/3,4) в 2013 году до А+ (5,6/4,0) в 2015-м, затем до А++ (6,1/4,6) в 2017 году и до А+++ (8,5/5,1) в 2019-м. Чтобы постоянно соответствовать этим стандартам, нам пришлось разработать экологичный кондиционер, который обеспечивает высокую эффективность и использует хладагент с низким потенциалом глобального потепления (GWP). Мы не думаем, что нормативы будут сильно ужесточены в ближайшее время. Однако новыми лидерами отрасли отопления, вентиляции и кондиционирования воздухе станут компании, которые будут разрабатывать инновационные технологии с опорой на эффективность и экологичность.



Ваш пример действительно показывает, что новаторские продукты требуют долгосрочных исследований и разработок. Расскажите, пожалуйста, вкратце об основных характеристиках компрессора R1 и о том, какую пользу они принесут клиентам.

К.Ч.-Х.: Сегодня мы наблюдаем тенденцию ужесточения годовых норм энергопотребления для кондиционеров. Таким образом, для повышения годовой энергоэффективности важно снизить потери энергии при работе под низкой нагрузкой. Одним из самых больших преимуществ нашего компрессора R1 является его способность расширить рабочий диапазон, чтобы минимизировать возможные потери энергии. Это позволяет потребителю экономить на затратах на электрическую энергию и наслаждаться спокойной домашней обстановкой благодаря низкому уровню шума и минимальному уровню вибрации компрессора. А благодаря его способности работать на высоких скоростях улучшается эффективность обогрева при низких температурах.

:: В каких продуктах вы будете использовать компрессор R1?

К.Ч.-Х.: Мы будем использовать R1 в различных продуктах — от тепловых насосов

делает его идеальным и для холодильных установок, где требуется температура до –45°С. В таких случаях обычно используются два спиральных компрессора, соединённых последовательно. Однако теперь для выполнения такой работы достаточно использовать всего один компрессор R1.

** Как вы думаете, какое влияние компрессор R1 окажет на сектор кондиционеров и другие отрасли производства?

К.Ч.-Х.: Во-первых, мы расширим охват компрессора R1 на весь сектор кондиционеров, предоставив его непревзойдённую производительность решениям для крупных коммерческих зданий и сооружений, а также для небольших жилых помещений. В будущем мы постараемся использовать нашу передовую технологию не только в системах кондиционирования воздуха и охлаждения, но и в других отраслях промышленности. На данном этапе мы всё ещё находимся в процессе изучения и рассматриваем возможности для будущей реализации.

Что ожидает этот революционный компрессор в будущем? Зная LG, могу утверждать, что вы не остановитесь на том, что сделали, и развитие, несомненно, является частью ваших планов.



Как выбрать производителя воздуховодов

Проектировщики и отделы снабжения, строительные и монтажные компании и, конечно, службы эксплуатации сталкиваются с необходимостью поиска поставщика вентиляционного оборудования. Выбор надёжного партнёра — важный и ответственный шаг. Данная статья будет интересна всем участникам строительного рынка и на реальных примерах поможет принять правильное решение.



Правильный выбор

Вроде бы всё просто — огромное количество профильных фирм и у всех есть сайты в интернете. На каждом втором ресурсе описан огромный опыт работы и обязательно имеется приписка о том, что именно это компания самая крупная в России, мире и во всей галактике.

Реклама компании убедительно уверяет: «мы давно на рынке воздуховодов, мы отслеживаем всех своих конкурентов и потому способны предложить вам лучшие условия для сотрудничества». Смотришь профильные сайты, читаешь рекламные слоганы и удивляешься иногда доверчивости клиентов к громким названиям «гипервент», «супервент» и «мегавент» и красивым обещаниям. Но сайты сделаны качественно, профессионально, и менеджерский состав работает вдохновенно, но не всегда честно.

А реальность опять же сурова и непривлекательна: на самом деле рынок воздуховодов достаточно трудный и низкорентабельный. Войти в него сейчас и остаться работать в нём очень сложно, и в данный момент я бы не стал им заниматься. Но работать и зарабатывать надо. И здесь многие задействуют русскую смекалку. Как победить конкурента? Ну, конечно же, задавить ценой. Клиент сейчас пошёл умный и рассылает заявки на обсчёт во многие фирмы. Где дешевле, там и взял.

Но никто и не думает о способах возникновения этой дешевизны. А вот из чего она складывается.

Способ №1

Самый распространённый. При «экономии на всём» экономят на финансистах и не считают себестоимость продукции. Берут цену металла и добавляют «свои» 20-30%. Цена на рынке получается отличная, и клиент платит аванс. Если повезло, то отгрузили вовремя и всё хорошо! Но себестоимость продукции — это не только цена металла и зарплата рабочих. Это ещё и огромное количество различных статей расходов, на которые ежедневно требуются деньги. При условии низкой себестоимости начинаются финансовые разрывы и лихорадка на фирме. Невыплаты зарплат и неоплата металла вовремя. А всё это, в свою очередь, приводит к срыву сроков, хотя производство вроде бы и не загружено.

Реальность опять же сурова и непривлекательна: на самом деле рынок воздуховодов достаточно трудный и низкорентабельный. Войти в него сейчас и остаться работать в нём очень сложно. Но работать и зарабатывать надо



Автор: М.В. ПРАХОВ, коммерческий директор компании 000 «Фабрика Вентиляции ГалВент»

Вывод №1 — смотрите финансовый баланс предполагаемого подрядчика за прошлый год, сейчас эта информация есть в свободном доступе. Подробный путь по поиску финансовых данных:

- 1. Заходим на интернет-ресурс gks.ru.
- **2.** «Ссылки» (справа на первой странице официального сайта).
- **3.** Переход по ссылке: «Предоставление данных годовой бухгалтерской (финансовой) отчётности, начиная с отчётности за 2012 год».
- **4.** Ввод данных о контрагенте: год интересующей бухгалтерской отчётности, ИНН контрагента.
- **5.** Получение на экране бухгалтерской отчётности за соответствующий год (можно выбрать другой формат получения данных: Word, Excel).

Или по ссылке audit-it.ru/buh otchet.





Вывод №2 — смотрите количество судебных исков к фирме по невыполнению своих обязательств и узнавайте суть этих исков у контрагентов. Как правило, люди охотно делятся информацией по недобросовестным фирмам.

Способ №2

Перейдём к следующему способу получения низкой цены — игра толщиной металла без уведомления клиента. Это самый распространённый способ. А то, что потом у клиента могут возникнуть проблемы, недобросовестных производителей, как правило, не волнует.

Вывод — купите себе прибор по измерению толщины металла и спите спокойно. Окупит он себя моментально. Можно его приобрести у нас.

Способ №3

Также один из самых распространённых. Это «чёрная» и «серая» зарплаты на предприятии. Налоги на зарплату составляют 48% и очень сильно влияют на цену. Для

клиента это вроде бы плюс, так как его интересует цена. Но до поры до времени. Налоговая инспекция работает хорошо, и поставщику непременно начислят все неуплаченные налоги, и есть вероятность закрытия счёта, что почти всегда приводит к очень тяжёлым последствиям для производителя. В лучшем случае произойдёт задержка заказа, в худшем варианте развития событий — банкротство и потеря всех денег заказчиков. Более того, НДС по сделке с такими поставщиками, весьма вероятно, доначислят и покупателю продукции, а это больше, чем сэкономленное в целом.

Налоговая инспекция работает хорошо, и поставщику непременно начислят все неуплаченные налоги, и есть вероятность закрытия счёта, что почти всегда приводит к очень тяжёлым последствиям для производителя

Сроки выполнения заказа как параметр выбора производителя

В нашем бизнесе это один из важнейших критериев. Обычно сроки выполнения заказов зависят от следующих причин:

1. Парк станков. Если станки разных видов есть в одном экземпляре, то существует вероятность поломки оборудования (что случается не так уж редко). Даже на крупных предприятиях на устранение поломок уходит значительное количество времени, что может привести к срыву сроков, если станки не задублированы.

Вывод — смотрите количество и дублирование станков.

2. Если предприятие небольшое и нет какого-то звена (для примера — сварочного участка), то фирма перекупает его у другого производителя и уже не может контролировать сроки.

Вывод — смотрите наличие всех технологических звеньев на производстве.

3. Нет запаса склада свободной продукции и запаса свободного металла на заказы. Как правило, в подобных обстоятельствах компании покупают металл под заказ. А ожидание поставки занимает время и приводит к срыву сроков.

Вывод — смотрите на склад металла у фирмы-производителя.

4. В случае бумажного производства очень часто возникает ситуация, что заказ выполнен, но не хватает какой-то детали (забыли, затерялась, произвели с браком). И это тоже приводит к срыву сроков производства и простою машин на складе на погрузке. На нормальных предприятиях сейчас внедрены штрихкоды и идёт электронное управление производством по принципу «точно в срок» (Just-in-Time).

Вывод — смотрите на штрихкоды на продукции.

5. Недостаточная площадь производства. Вроде бы никак не влияет на сроки, но только если на заводе исполняется один ваш заказ. А если два-три, десять или большее количество заказов? Существуют нормативы площади, от которых зависит объём выпускаемой продукции в день. Это очень важно для крупных заказчиков. В офисе вам говорят, что вы -«самый важный клиент», но это лишь для получения аванса. За соседним столом работает другой менеджер, который также принимает «самый важный заказ». В итоге из-за нехватки площадей происходит пересортица и бардак на производстве. И это тоже влияет на сроки!

Вывод — смотрите площадь производства. На каждых 500 м² можно произвести максимум 500 м² различных изделий в день, в том числе фасонных.

6. Там, где собственник или генеральный директор лично влияют на сроки исполнения заказа, возникает ситуация с отодвиганием других заказов и нарушаются сроки всех заказов, кроме главного. Завтра приходит другой заказчик, и собственник опять влезает в производственный процесс — начинается чехарда. В итоге заваливаются все заказы.

Вывод — узнавайте, как осуществляется очерёдность заказа. Если появляется информация, что собственник «лезет» в производство, то читайте выше.

7. Площадь склада. Все клиенты просят произвести заказанную продукцию в максимально сжатые сроки. Но по готовности продукта не все заказчики забирают её вовремя по разным причинам. При недостаточной площади склада начинается затоваривание производства, происходит потеря площади самого производства и, как следствие, уменьшение выработки, что в итоге приводит к срывам сроков, пута-



нице на складе и длительным простоям машин. А в случае выполнения рабочими производственной линии обязанностей грузчиков — к ещё большим потерям производительности.

Вывод — смотрите и оценивайте плошаль склада.

Качество продукции

Все заявляют о хорошем качестве, но человеческий фактор никто не отменял. На каждом предприятии существует брак. Но далеко не на каждом предприятии существует Отдел технического контроля (ОТК) — один из важнейших участков на любом производстве. Как правило, всё отдано на откуп рабочим и мастерам участков, что в корне неправильно. Отсутствие службы ОТК приводит к проблемам при монтаже вентиляционных систем (отсутствие диагоналей, несовпадение отводов, переходов и т.д.).

Вывод — спрашивайте о наличии службы технического контроля, узнавайте ФИО начальников и интересуйтесь методикой проверки качества продукции.

Как определить производительность завода

Как же всё-таки определить, будет ли ваш заказ выполнен в срок? Производительность завода по производству воздуховодов определяют не прямые участки вентиляции или станки по спиральным воздуховодам. Как правило, они справляются с поставленной задачей — при условии, конечно, что на них работают опытные и квалифицированные рабочие. В основном любые заказы состоят из прямых участков и фасонных изделий. Фасонные изделия — это своеобразное мерило сроков на заводе. Более того — они являются узким местом любого производства. Так что надо смотреть на количество станков раскроя (плазмы или лазеры), парковое количество станков по фасонке (гарилокеры, фиттингшейперы, гибки, шовные сварки), а также на количество людей на фасонных участках. Как правило, норма выработки на человека на хорошем предприятии составляет 30-40 м² в смену.

Кратко подведём итоги

Если важен выбор производителя воздуховодов, то не надо полагаться на великие русские «авось», «небось» и «как-нибудь». Свою работу надо делать хорошо, чтобы потом не расстраиваться. Если вы воспользуетесь моими советами, то вот заключительный шаг, который надо осуществить. Выбрав несколько фирм, нужно обязательно посетить их офисы и производства. Если полученная информация от менеджеров совпадает с действительностью, то смело делайте свой выбор. •





Практически во всех, даже в наиболее на- Предприятиями страны выпускался

Об энергосбережении при комфортном воздухораспределении на примере офисного помещения

Большинство людей при виде постоянно капающей из крана воды ощущают бесхозяйственность его владельца, а постоянно работающая вентиляция при отсутствии половины сотрудников в офисе не возмущает даже специалистов.

Практически во всех, даже в наиболее насыщенных современными инженерными решениями кондиционируемых помещениях можно определить зоны пребывания людей, в которых наблюдаются отклонения от параметров нормируемого обобщённого комфорта, описанного, например, в ГОСТ 30494–2011.

В административно-офисных зданиях это прежде всего зоны с отклонением от очень узкого зафиксированного диапазона оптимальных комфортных скоростей (подвижности) воздуха — не более нормируемой величины 0,2 м/с, «допустимый» же диапазон скоростей расширен до 0,25–0,3 м/с (скорость менее 0,1 м/с, которая физиологически не ощущается людьми, определяет зоны застойного малоподвижного воздуха).

Индивидуально-комфортные тепловлажностные условия, максимально улучшающие самочувствие и работоспособность офисных работников, реализуются лишь при применении систем кондиционирования с персональным регулированием параметров воздуха в помещении. Появляется возможность обоснованно расширить, например, указанный в ГОСТ 30494-2011 диапазон комфортных скоростей воздуха в сторону больших величин, в наибольшей степени удовлетворяющих достижению индивидуального воздушного комфорта для каждого работника (подобно традиционному использованию персонального настольного вентилятора).

В XX веке широко распространилась практика проектирования максимально упрощённых бюджетных систем кондиционирования воздуха (СКВ), требующих минимальных капитальных затрат. Это можно объяснить отсутствием в тот период повышенного внимания к сбережению энергоресурсов, уровень цен которых не призывал инженеров к творческому поиску новых энергосберегающих технических и технологических решений.

К тому же сами понятия «офисные помещения», «комфорт», «комфортные условия на рабочих местах сотрудников» были весьма условными категориями.

Предприятиями страны выпускался ограниченный набор серийного оборудования, которое при малом количестве его типоразмеров для систем кондиционирования не отличалось желаемым уровнем качества, эксплуатационной надёжностью и по многим позициям было дефицитным (вернее, «фондированным*»).

Индивидуально-комфортные тепловлажностные условия, максимально улучшающие самочувствие и работоспособность офисных работников, реализуются лишь при применении систем кондиционирования с персональным регулированием параметров воздуха в помещении

Проектировщики СКВ стремились размещать в помещении как можно меньшее количество воздухораспределителей, которые рассчитывались на постоянную подачу максимального расхода воздуха (подобная практика по установке в помещении минимального количества осветительных приборов — «лампочек Ильча» — наблюдалась в начальный период электрификации нашей страны).

Перечисленные обстоятельства на многие десятилетия предопределили применение так называемой «перемешивающей вентиляции» в качестве основного способа при создании в помещениях квазикомфортной воздушной среды.

* Фондированием (в данном случае) называется характерное

Автор: Ю.В. МАЛЬГИН, к.т.н., старший научный сотрудник, научный консультант ЗАО «БЮРО ТЕХНИКИ – ПРОЕКТ»

для плановой экономики СССР централизованное распределение лимитированных объёмов («фондов») сырья, ГСМ или иной продукции, прежде всего особо важной или остродефицитной. Материальные балансы и планы распределения «фондодержателям» (предприятиям и учреждениям) разрабатывались Госпланом СССР и утверждались Советом министров СССР. Наличие необходимых для производственного процесса фондов определяло способность советского государственного предприятия осуществлять запланированный годовой выпуск продукции и вообще вести хозяйственную деятельность. В советской экономике фондодержатели активно соперничали за фонды («выбивали» их для себя сверх положенных норм), лоббируя свои интересы посредством «толкачей» — собственных представителей, имевших негласный коррупционный доступ к должностным лицам в министерствах и ведомствах, ведавших распределением фондов по стране.



Для реализации обслуживания максимально возможной площади помещения каждым воздухораспределителем их размещают на значительном удалении от зоны пребывания людей, например, в верхней половине помещения. При таком расположении воздухораспределителя воздушному приточному потоку требуется придавать на истечении повышенную кинетическую энергию, необходимую для преодоления значительного расстояния до достижения зоны, в которой проектируют поддержание комфортных параметров воздуха. Повышенная кинетическая энергия (начальная скорость приточного воздушного потока) обеспечивается вынужденным повышением избыточного статического давления воздуха в воздуховодах, то есть повышением расхода электроэнергии вентилятором кондиционера.

При этом бо́льшая масса воздуха в помещении приводится в движение — перемешивается, усредняя параметры воздуха по всему объёму помещения.

В последние десятилетия изменились требования к технико-экономическим показателям систем кондиционирования,

утвердилось особое отношение к энергосберегающим технологиям и понятию комфорта на рабочих местах сотрудников.

При возросших тарифах на ограниченные энергоресурсы ещё в 1997 году вышло Постановление Госстроя РФ №18-14 «Об экономии энергоресурсов при проектировании в строительстве».

Указ Президента РФ №889 от 2008 года определил движение к энергоэффективной экономике и указал потребность снижения энергоёмкости экономики — до 40% к 2020 году. Последующие документы — Федеральный закон №261 (2009 год), Госпрограмма по Постановлению №2446-р (2010 год) и другие развивают и конкретизируют базовый документ — Указ Президента РФ, то есть вводят штрафы за невыполнение отдельных требований и нормативов энергоэффективности.

Специалистам по системам механической вентиляции и кондиционирования воздуха зданий хорошо известна зависимость энергопотребления такими системами от расхода нагнетаемого в помещение воздуха и обеспечения необходимого его избыточного давления (напора).

Необходимый (минимальный) расход воздуха в каждый расчётный временной интервал определяется в основном переменными тепловлажностными и газовыми нагрузками на систему, фиксируемыми в обслуживаемом помещении и задаваемым уровнем (качеством) комфорта для сотрудников офиса.

Величина расчётного избыточного давления воздуха в системе кондиционирования, обеспечиваемого вентиляторами кондиционера, определяется величиной аэродинамического сопротивления самого кондиционера и сети воздуховодов (сети транспортировки воздуха в помещение). Конечными (финишными) элементами этой сети являются воздухораспределительные устройства, которые, часто обладая значительным местным сопротивлением, повышают расчётную величину создаваемого вентилятором напора и тем самым во многом определяют комфортные условия пребывания людей в помещении, включая подвижность, турбулентность, акустические и эстетические характеристики комфорта.

Применение на практике энергоэффективных систем кондиционирования с переменным расходом воздуха — на современном языке актуально название VAV-СКВ (Variable Air Volume), кроме перечисленных выше факторов, сдерживало отсутствие качественного вентиляционного оборудования, включая соответствующие воздухораспределители, а также доступные электронно-вычислительные управляющие устройства и исполнительные механизмы.

В настоящее время подавляющее большинство широко применяемых типов воздухораспределителей были разработаны для вентилирования способом перемешивания воздуха в помещении при постоянном (максимальном) его расходе.

Попытки модернизировать известные типы воздухораспределителей для их применения в системах с переменным расходом воздуха дают лишь половинчатые решения:

- □ глубина регулирования допустимое уменьшение расхода воздуха, как правило, весьма незначительное (10–15%), для офисных помещений эта величина предпочтительна около 50%;
- □ возникает необходимость поддерживать изначально принятую в проекте схему воздушных потоков обычно для этого используется энергонеэффективный процесс дросселирования приточного воздуха с целью стабилизации статического давления перед воздухораспределителем для поддержания близких значений его начальной скорости.



При сохранении же постоянного живого сечения и положения направляющих элементов выпускных отверстий воздухораспределителей и отказе от дросселирования воздушного потока при уменьшении его расхода будут изменяться аэродинамические характеристики вентиляционной сети и схема циркуляции (перемешивания) воздушных потоков — изменится и ожидаемый тепловлажностный комфорт в помещении. Поэтому проектировщики вынуждены стабилизировать «дальнобойность» и направление распространения воздушных потоков в помещении, а также характеристики вентиляционной сети во всём расчётном диапазоне регулирования расхода приточного воздуха.

В подобных случаях для поддержания «дальнобойности» потока традиционные воздухораспределители должны быть снабжены устройствами, изменяющими живое сечение — площадь выходных приточных отверстий, а в системе должно поддерживаться постоянное избыточное статическое давление (напор) воздуха. При этом, как правило, сохраняют и направление истечения потока.

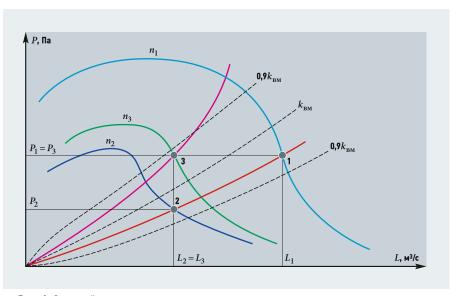
Учитывая особенности влияния различных способов регулирования воздушных потоков в кондиционируемых помещениях на потребление электроэнергии при создании комфортных параметров воздуха, рассмотрим алгоритм рационального управления VAV-СКВ и подбора вентилятора кондиционера, обеспечивающего наименьший расход электрической энергии за весь эксплуатационный (годовой) период.

Принимаем наиболее энергоэффективный современный способ управления производительностью вентилятора — изменением частоты вращения (ступенчато или плавно) его лопаточного колеса. При таком способе управления, кроме удобства коммутирования элементов в схеме автоматического регулирования, возрастает и моторесурс самого электродвигателя, многократно снижается его пусковой ток.

В общем виде совмещённая графическая зависимость условных характеристик вентилятора рассматриваемого кондиционера и вентиляционной сети VAV-CKB представлена на рис. 1.

В точке пересечения двух характеристик находится расчётная рабочая точка 1 вентилятора кондиционера, которой соответствуют значения полного давления воздуха p_1 и его расхода L_1 при частоте вращения лопаточного колеса n_1 .

При уменьшении расхода воздуха с уменьшением частоты вращения лопаточного колеса вентилятора до n_2 рабочая точка по прежней параболе (характери-



🗱 Рис. 1. Совмещённые условные характеристики вентилятора кондиционера и вентсети

стике вентиляционной сети СКВ) переместится в точку 2. При этом будет достигаться максимально возможная экономия потребляемой электроэнергии, ведь мощность, потребляемая электродвигателем вентилятора, определяется как:

$$N = \frac{PL}{k_{\rm\scriptscriptstyle B} k_{\rm\scriptscriptstyle IIP}},$$

и в данном выражении числитель уменьшился (причём уменьшились обе величины — напора и расхода) при постоянном знаменателе — КПД вентилятора $k_{\rm B}$ и его привода $k_{\rm пр}$, причём:

$$k_{\rm np} = k_{\rm dB} k_{\rm nep} k_{\rm per}$$
,

где $k_{\rm дв}$ — КПД электродвигателя, который в VAV-системах изменяется в зависимости от типа и мощности применяемого электродвигателя ($k_{\rm дв} \le 0.9$); $k_{\rm пер}$ — КПД передачи от двигателя к лопаточному колесу (ременной передачи или электромагнитной муфты); $k_{\rm per}$ — КПД частотного вариатора или трансформатора напряжения, подаваемого на электродвигатель.

Однако такой наиболее эффективный способ экономии электроэнергии при использовании воздухораспределителей, не рассчитанных на изменение расхода воздуха, как правило, возможен лишь в определённые временные периоды, в течение которых допустимо не соблюдать расчётную (комфортную) схему циркуляции воздушных потоков в объёме помещения, например, при длительном отсутствии в них людей в «режиме простоя» или в ночное время, когда система кондиционирования и вентиляции переводится в «дежурный» режим работы.

Применение энергонеэффективного процесса дросселирования воздушного потока, требуемого для большинства воз-

духораспределителей, рассчитанных на подачу переменного расхода воздуха, вынуждает поддерживать избыточное давление воздуха (напор), развиваемое вентилятором кондиционера, когда рабочая точка VAV-СКВ переместится в точку 3. Управляющим параметром системы автоматического управления традиционной VAV-системы является значение давления в приточном воздуховоде.

При таких вынужденных ограничениях функционирования воздухораспределителей возможность экономии электроэнергии СКВ значительно сокращается.

Для регулирования расхода воздуха, подаваемого в отдельные помещения или ветви вентиляционной сети, применяют традиционные вентиляционные клапаны, снабжённые электроприводами, или специализированные VAV-терминалы (так называемые VAV-регуляторы). Зональные VAV-терминалы — это комплексные устройства, которые могут включать в свой состав несколько модулей: дросселирования потока (управляемого клапана), измерения расхода воздуха (диафрагмы), измерения разности давлений воздуха, измерения температуры воздуха, программируемого привода клапана, VAVконтроллера и соответствующие датчики.

Для наиболее эффективного использования VAV-СКВ и наименьшего уровня генерируемого шума необходимо выбирать такой типоразмер вентилятора, на характеристиках которого рабочие точки (1 и 3) будут находиться на одной изобаре в зоне рекомендуемых значений КПД вентилятора:

$$k_{\rm B} \ge (0.85 - 0.90) k_{\rm BM}$$

где $k_{\text{вм}}$ — максимальное значение коэффициента полезного действия.

При переменном расходе воздуха в вентиляционной сети нужно с особой тщательностью подходить к выбору типоразмеров вентиляторов кондиционера и вытяжной установки, особенностей электродвигателей и способа регулирования их производительности. Это во многом определит величину экономического эффекта и экономии электроэнергии за весь эксплуатационный период VAV-СКВ. Следует предусматривать синхронное управление работой вентиляторов кондиционера и вытяжной установки.

В качестве современного инновационного решения для офисных помещений, в которых проектируют «перемешивающую» вентиляцию, можно рекомендовать воздухораспределитель с «активным» подвижным выпускным патрубком, признанный изобретением ещё в 1981 году [1]. Такой «активный» воздухораспределитель при переменной программируемой схеме подачи приточного воздушного потока не требует стабилизации избыточного давления воздуха в воздуховоде во всём диапазоне регулирования его расхода.

Величина расчётного коэффициента изменения максимальной скорости (скоростного коэффициента m) приточного воздушного потока, условно направленного на определённое рабочее место в офисе, может изменяться в широких пределах: m = 0,5-6,0. При этом формируются вихревые воздушные потоки, поддерживающие комфортный «динамический климат» в зоне пребывания работников.

Способ распределения приточного воздуха в помещении, описанный изобретателями «активного» воздухораспределителя [1] (авторы: д.т.н. М.И. Гримитлин, д.т.н. А.А. Рымкевич, д.т.н. С.И. Бурцев, к.т.н. Т.А. Верхова), на десятки лет опередил время его актуального применения.

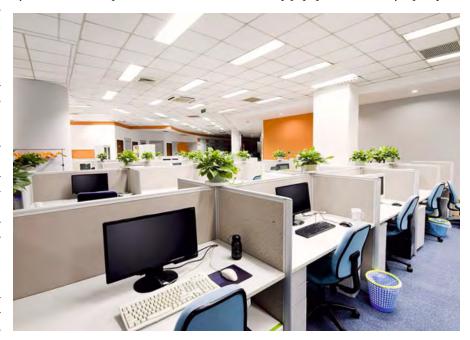
В XXI веке, с учётом современных технологий изготовления и применения новых материалов, этот воздухораспределитель можно конструктивно упростить и показать соответствие заложенного в изобретении способа управления параметрами воздуха в помещении самым современным требованиям. С помощью воздухораспределителя с управляемым подвижным выпускным патрубком появляется возможность максимально приблизить (иногда лишь частично скорректировать) обеспечение комфортной воздушной средой по индивидуальным запросам каждого работника, рабочее место которого находится в зоне обслуживания этого воздухораспределителя. Программируемое управление расходом воздуха, временем экспозиции направленного из патрубка приточного воздушного потока

Наиболее энергоэффективной схемой подачи и распределения воздуха в помещении признана схема «вытесняющей» вентиляции, при которой воздух из нижней обслуживаемой зоны помещения вытесняется свежим приточным воздухом в верхнюю припотолочную часть помещения, откуда и удаляется

на каждое рабочее место, расположенное в обслуживаемой зоне помещения, позволяет реализовать в нём локальное (оазисное) комфортное кондиционирование в соответствии с количеством присутствующих на местах работников.

Такие воздухораспределители в полной мере обеспечивают заданные температурно-влажностные скоростные и акустические характеристики комфорта в помещении. При этом они допускают глубокое регулирование расхода приточного воздуха в кондиционируемом помещении (не требуется дополнительная модернизация воздухораспределителя). Причём при уменьшении расхода приточного воздуха не изменяется схема его движения в помещении и пропорционально уменьшается потребная величина избыточного давления воздуха, обеспечиваемого вентилятором кондиционера.

При перечисленных положительных качествах современных низкотемпературных перфорированных воздухораспреде-



При таком локальном кондиционировании воздуха создаются условия и для значительной экономии энергоресурсов, затрачиваемых на реализацию повышенного уровня комфортности в обслуживаемой зоне помещения.

В настоящее время наиболее энергоэффективной схемой подачи и распределения воздуха в помещении признана схема «вытесняющей» вентиляции, при которой воздух из нижней обслуживаемой зоны помещения вытесняется свежим приточным воздухом в верхнюю, припотолочную часть помещения, откуда и удаляется. Такую схему циркуляции воздуха иногда называют «подачей воздуха методом "затопления" обслуживаемой зоны помещения».

Для организации «вытесняющей» вентиляции в помещении устанавливают, как правило, низкоскоростные перфорированные воздухораспределители.

лителей можно отметить характерные особенности, сдерживающие их широкое повсеместное применение.

Через низкоскоростные перфорированные воздухораспределители организуют приточный поток свежего воздуха с небольшой расчётной разностью температур 1-3°С — это может приволить к повышенному расходу воздуха, рассчитанному на отведение максимальной тепловой нагрузки на кондиционер. Поэтому через них обычно подают лишь минимальную санитарную норму свежего воздуха. Отметим, что такие воздухораспределители, как правило, не рекомендуют применять для обеспечения режимов воздушного отопления помещений (однако, например, в новом пассажирском терминале аэропорта «Пулково» через низкоскоростные перфорированные воздухораспределители зимой успешно подают нагретый воздух).

Массогабаритные характеристики низкоскоростных воздухораспределителей предопределяют их монтаж в кондиционируемом помещении преимущественно на полу. Не всегда такие габаритные воздухораспределители удаётся удачно вписать в дизайн-проект помещения, к тому же при этом неизбежно сокращается полезно используемая площадь офиса.

Поэтому одним из основных перспективных направлений совершенствования низкоскоростных воздухораспределителей является уменьшение их габаритов и материалоёмкости, что также должно способствовать уменьшению стоимости производства таких изделий и удешевлению их транспортировки и монтажа.

Например, применением «перфорированной воздуховыпускной панели» со сдвоенной перфорированной поверхностью (патент [2]) массогабаритные характеристики выпускаемых низкоскоростных изделий можно сократить примерно в два раза при обеспечении нормируемых комфортных параметров в помещении. Только персональное управление климатом на рабочем месте при возможности индивидуального регулирования параметров приточного воздушного потока, достигающего каждого рабочего стола в офисе, может обеспечить истинный, а не усреднённый комфорт и обеспечить условия для экономного расходования энергии (подобно принятому индивидуальному управлению освещённостью рабочего места офисного работника — установке индивидуальных осветительных устройств).

Для реализации этой цели уже начали разрабатывать специальные персональные воздухораспределители, располагаемые на расстоянии 0,5–0,8 м перед офисным работником. Применение близко расположенных персональных воздухораспределителей позволяет реализовать значительную экономию энергоресурсов за счёт создания комфортного «динамического климата» при поддержании вы-



🗱 Рис. 2. Схема локального (персонального) приточного потока воздуха в офисе

сокой интенсивности (30–40%) мелкомасштабной турбулентности непосредственно в зоне пребывания работника, которая в квазигеометрической прогрессии убывает при удалении от воздухоприточных устройств (рис. 2).

Поддержание высокой интенсивности турбулентности позволяет значительно (иногда на десятки процентов) сократить потребление холода системой кондиционирования здания.

Массогабаритные характеристики низкоскоростных воздухораспределителей предопределяют их монтаж в кондиционируемом помещении преимущественно на полу. Поэтому одним из основных перспективных направлений совершенствования низкоскоростных воздухораспределителей является уменьшение их габаритных размеров и требуемой при их производстве материалоёмкости При разработке персональных воздухораспределителей, обеспечивающих локальное «комфортное дыхание» офисного работника, предпочтительно также применение малогабаритных воздухораспределителей со сдвоенной перфорированной поверхностью, обладающие возможностью изменять «дальнобойность» и направление приточного низкоскоростного воздушного потока при переменном его расходе.

Для обеспечения условий повышенной комфортности в больших конференц-залах с соблюдением эстетических и акустических требований применяют индивидуальные компактные низкоскоростные перфорированные воздухораспределители, устанавливаемые за каждым посадочным местом (креслом).

На рис. 3 представлен наглядный пример внедрения воздухораспределительных устройств, дополнительно защищённых патентом [3], со сдвоенной перфорированной поверхностью, изготовленных на предприятии «Арктос» и смонтированных в 2016 году в зале КВЦ «Экспофорум» (город Санкт-Петербург).



💴 Рис. 3. Персональные воздухораспределители на ступенях амфитеатра в период проведения монтажных работ (до установки кресел)

Итак, максимально возможное уменьшение потребляемой электрической мощности электродвигателем кондиционера в VAV-системе кондиционирования воздуха на практике редко реализуется в полной мере.

Отклонение от максимального уменьшения энергопотребления при применении «перемешивающей» вентиляции помещений связано в основном с традиционным подходом к организации воздухораспределения в них, при котором проектировщики ориентируются на обязательное неизменное поддержание первоначально выбранной схемы приточных потоков и стабилизацию избыточного давления воздуха перед воздухораспределителем во всём диапазоне изменения его расхода.

Достигнуть максимальной экономии энергоресурсов при достаточно высокой степени индивидуализации запросов офисных работников в комфортных параметрах воздуха, даже при использовании «перемешивающей» схемы вентилирования помещения, позволяет применение воздухораспределителей, снабжённых «активным» программно-управляемым подвижным выпускным патрубком.

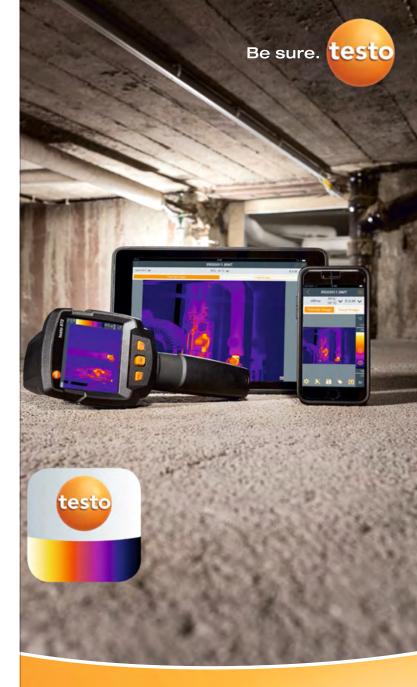
Практика показала, что для применения в помещении энергоэффективной «вытесняющей» вентиляции наилучшие показатели оказываются у низкоскоростных перфорированных воздухораспределителей, которые изначально допускают глубокое регулирование расхода приточного воздуха (при этом не изменяется схема приточных воздушных потоков). Коэффициент эффективности воздухообмена, отражающий качество использования свежего приточного воздуха, может достигать максимальных значений, близких к 100 %.

С целью уменьшения массогабаритных показателей, удешевления изделий и расширения возможностей дизайнерских проработок при их конструировании перспективным решением представляется вариант применения воздухораспределителей со сдвоенными перфорированными панелями.

Современные устройства контроля, диспетчеризации и управления функционированием вентиляционного оборудования позволяют рационально изменять расход воздуха при внедрении его программируемого распределения, создавать в помещении (точнее, непосредственно в зонах присутствия людей) атмосферу комфортной воздушной среды при максимальной экономии энергоресурсов.

Существует много новых материалов и технологий, позволяющих по-новому рассматривать ранее предложенные решения, устройства и алгоритмы управления процессом распределения воздуха в помещении. Учитывая поддерживаемую руководством страны политику импортозамещения и возрастающую роль «цифровизации» (автоматизации) экономики России, это способствует практической реализации актуальных задач по энергосбережению и комфортному воздухораспределению с максимальным положительным результатом, а также предопределяет разработку новейших предложений в этом направлении.

- 1. А.с. СССР №879181. МПК F24F 13/06. Воздухораспределитель / М.И. Гримитлин, А.А. Рымкевич, С.И. Бурцев, Т.А. Верхова. Заявитель: ЛенТИХП. Заявл. 16.07.1979. Опубл. 07.11.1981. Бюл. №41.
- 2. Патент на изобретение РФ №2552219. МПК F24F 13/06. Перфорированная воздуховыпускная панель / Ю.В. Мальгин. Патентообл.: Ю.В. Мальгин. Заявл.: 03.04.2013. Опубл.: 10.06.2015. Бюл. №16.
- 3. Патент на полезную модель РФ №158991. МПК F24F 13/06. Воздухораспределительное устройство с перфорированной поверхностью / Ю.В. Мальгин, А.И. Чернышев. Патентообл.: ЗАО «БЮРО ТЕХНИКИ». Заявл. 05.05.2015. Опубл.: 20.01.2016. Бюл. №2.



Оптимальный выбор для любой задачи

Новые тепловизоры testo 865/868/871/872 обладают лучшим качеством изображения в своем классе и значительно облегчают диагностику зданий и систем.

- · Интеллектуальные приборы с Bluetooth и WiFi
- Разрешение до 640х480 пк с технологией SuperResolution
- Объективное сравнение термограмм и автоматическое определение коэффициента излучения с функциями testo ScaleAssist и ε-Assist

На правах поилами



Обобщённый подход к расчёту гидравлических сетей

Рассмотрена методика расчёта и моделирования работы естественных и гибридных систем вентиляции с использованием свободно распространяемой программы EPANET.



Введение

Гидравлическими сетями традиционно называют трубопроводные системы, предназначенные для транспортировки несжимаемых жидкостей. Такими «жидкостями» являются в том числе и газы при скоростях движения, существенно меньших скорости звука. Решение задачи о распределении потоков между отдельным элементами гидравлической сети является неотъемлемой частью моделирования её работы.

Нелинейная система уравнений, описывающая движение жидкости в такой сети, включает уравнения двух типов: баланса массы и механической энергии (уравнения Кирхгофа). Даже в случае относительно простых сетей количество уравнений этой системы велико, и до изобретения компьютеров её решение было весьма трудоёмким.

Вероятно, первыми инженерами, которые столкнулись с необходимостью решения таких задач, были специалисты в области проектирования и эксплуатации распределительных сетей водоснабжения. Неудивительно, что к концу XX века, когда компьютеры стали основными рабочими инструментами инженеров, были разработаны эффективные алгоритмы решения систем уравнений сетей водо-

снабжения и большое количество реализующих их программ.

Другой группой гидравлических сетей являются системы вентиляции различного назначения. Размерность таких сетей обычно существенно меньше, чем сетей водоснабжения. Чаще всего это разветвляющиеся системы с известными расходами воздуха в их отдельных участках. Отсутствие кольцевых соединений значительно упрощает расчёт, который часто не требует использования сложных алгоритмов и специального программного обеспечения для их реализации. Такие задачи в теории гидравлических цепей относят к классу прямых. Именно они и решаются с помощью подавляющего большинства программ для проектирования систем вентиляции, представленных на рынке.

Увеличение этажности зданий, применение новых конструкционных элементов и материалов, устройство «тёплых» черда-

Нелинейная система уравнений, описывающая движение жидкости в такой сети, включает уравнения двух типов: баланса массы и механической энергии (уравнения Кирхгофа)



Автор: А.В. НЕКРАСОВ, к.т.н., доцент кафедры гидравлики, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ)

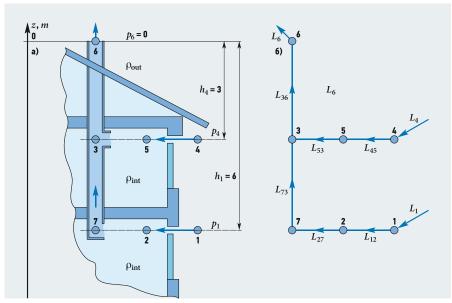


Рис. 1. Расчётная схема системы вентиляции (а) и её граф (б)

ков и т.д. — это лишь некоторые причины, приводящие к усложнению аэродинамических расчётов систем вентиляции. Проектировщики всё чаще вынуждены решать не только прямые, но и более сложные обратные задачи об определении фактических расходов воздуха в различных частях систем вентиляции.

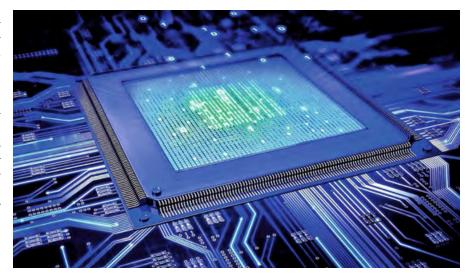
Недостаточно полный учёт факторов, влияющих на работу вентиляции, приводит к тому, что система в лучшем случае не позволит обеспечить качественное проветривание помещений при некоторых сочетаниях параметров наружного и внутреннего воздуха. В худшем случае система «опрокидывается», когда в то или иное помещение через вентиляционные каналы начинает поступать воздух из других помещений (квартир), принося с собой в том числе и неприятные запахи.

В ряде случаев нарушение санитарных норм воздухообмена может явиться веской причиной для обращения жителей в судебные инстанции, которые всё чаще встают на сторону истцов, вынося решения о необходимости улучшения работы вентиляции в уже существующем здании. В таких случаях возникает непростая задача построения математической модели системы, учитывающей реальные условия её эксплуатации. Только такая модель после выполнения многовариантных расчётов позволяет найти оптимальное решение возникших проблем.

Далее будет показано, что моделирование работы систем вентиляции различных видов можно успешно выполнять с помощью программ, изначально предназначенных для расчёта сетей водоснабжения. Такие программы сейчас обладают очень большими возможностями, котоPacчёт системы вентиляции в среде EPANET

Прежде всего необходимо иметь в виду, что, поскольку программа EPANET предназначена для расчёта сетей водоснабжения, в ней используются соответствующая терминология и единицы измерения величин. Например, вполне очевидно, что в вентиляционных сетях функции насосов выполняют вентиляторы, а вместо метров водяного столба в качестве единиц измерения напоров придётся использовать метры столба воздуха с заданной температурой.

Плотность воды — практически неизменная величина, поэтому и плотность воздуха также придётся считать одинаковой во всех частях сети. Это, в частности, означает, что изменение температуры воздуха при движении через окна, приточные клапаны и другие подобные элемен-



рые для решения поставленной выше задачи даже избыточны. Достаточно, чтобы программа позволяла построить схему сети непосредственно на экране компьютера, автоматически составляла для неё систему уравнений Кирхгофа и решала её.

Этими функциями обладают все программы для расчёта сетей водоснабжения, в том числе и свободно распространяемая программа EPANET, в которой реализован градиентный метод решения уравнений Кирхгофа (Global Gradient Algorithm, GGA), сочетающий быстроту поиска решения и высокую точность [1]. Особенностью этого и подобных ему алгоритмов является то, что до начала расчётов расходы и направления течения жидкости считаются неизвестными.

Таким образом, при его использовании для расчёта систем вентиляции появляется возможность выявления участков сети, в которых направления течений отличаются от проектных. ты не учитывается. Одинаковой придётся считать плотность и во всех воздуховодах. Это ограничение, очевидно, сужает круг задач (видов систем вентиляции), которые могут быть решены с помощью предлагаемой методики. В то же время при аэродинамических расчётах систем естественной и гибридной вентиляции такое приближение вполне допустимо и используется при традиционных методах проектирования [2].

Решение задачи начинается с построения схемы сети. Схема сети водоснабжения на экране чаще всего выглядит так же, как и реальная. В случае системы вентиляции её расчётную схему сначала необходимо представить в виде графа [3]. На рис. 1 показана расчётная схема простой системы естественной вентиляции и соответствующий ей граф.

Как видно, граф сети — это схема движения воздушных потоков, состоящая из элементов двух типов: узлов и ветвей.

Узлы бывают двух видов: граничные и внутренние. Через граничные узлы воздух поступает в сеть или удаляется из неё. Такими узлами являются первый, четвёртый и шестой (рис. 1). В EPANET граничные узлы называются резервуарами. Их единственной характеристикой является высота z, отсчитываемая от общей для всех узлов плоскости сравнения.

В сетях водоснабжения высота узларезервуара (точнее, уровня воды в нём) — это геометрический параметр. При расчётах систем вентиляции эти высоты необходимо предварительно откорректировать в зависимости от соотношения плотностей наружного и внутреннего воздуха ρ_{out} и ρ_{int} , соответственно.

Система уравнений Кирхгофа для рассматриваемой сети имеет вид:

$$\begin{cases} h_4 \left(1 - \frac{\rho_{\text{out}}}{\rho_{\text{int}}} \right) = \Delta h_{45} + \Delta h_{53} + \Delta h_{36}, \\ h_1 \left(1 - \frac{\rho_{\text{out}}}{\rho_{\text{int}}} \right) = \Delta h_{12} + \Delta h_{27} + \Delta h_{73} + \Delta h_{36}, \\ L_1 + L_4 = L_6. \end{cases}$$
 (1)

здесь Δh_{ij} — сумма местных и линейных потерь напора жидкости с плотностью ρ_{int} при её движении от узла i к узлу j. Зависимости потерь напора от расходов L_{ij} в соответствующих ветвях считаются заданными. Их вид для капельных жидкостей и газов, очевидно, одинаковый.

Наиболее существенно то, что при составлении данной системы принята во внимание связь между давлениями p_i в граничных узлах №№1, 4 и 6 через основной закон гидростатики.

Если жидкость в сосудах и трубопроводе капельная, то $\rho_{out} \ll \rho_{int}$, и выражения в скобках в левых частях уравнений близки к единице. Именно так и получается при расчётах сетей водоснабжения.

Если же обе «жидкости» представляют собой воздух с различными плотностями, то при $\rho_{out} > \rho_{int}$ выражение в скобках будет отрицательным. То есть внутренняя жидкость под действием внешнего (гравитационного) давления должна двигаться снизу вверх, как это и происходит при работе естественной вентиляции.

Введём обозначение корректирующего множителя для высот граничных узлов-резервуаров z:

$$A = 1 - \frac{\rho_{\text{out}}}{\rho_{\text{inf}}}.$$
 (2)

Например, если плотности воздуха $\rho_{\rm out}=1,27~{\rm Kr/m^3},$ а $\rho_{\rm int}=1,20~{\rm Kr/m^3},$ что соответствует температурам +5 и +20 °C, то A=-0,05833.

Расчётные высоты расположения граничных узлов-резервуаров z_i :

$$z_i = Ah_i. (3)$$

Знак z определяется положением плоскости сравнения, на которой величина избыточного давления принимается равной нулю. В частности, при A<0 для схемы на рис. 1 при выборе плоскости сравнения на уровне узла №6 z>0.

Если необходимо учесть ветровое давление, то его величину, выраженную в метрах столба воздуха с плотностью $\rho_{\rm int}$, необходимо добавить к высоте z с соответствующим знаком.

(трубопроводы и задвижки) используются для моделирования всевозможных гидравлических сопротивлений.

Характеристиками трубопровода являются длина, диаметр, коэффициент местных гидравлических сопротивлений, шероховатость стенок. С их помощью моделируются вентиляционные каналы, а также те элементы, для которых коэффициент местного сопротивления неизменный (не зависит от скорости жидкости).



Внутренние узлы соответствуют отдельным помещениям задания (квартира, чердак и т.п.), а также точкам слияния или разделения потоков (тройник, крестовина). В общем случае параметрами внутренних узлов являются пьезометрические напоры и узловые отборы жидкости.

Пьезометрические напоры во внутренних узлах определяются EPANET в ходе расчёта. Их значения не зависят от вертикальных координат узлов и в случае вентиляционных систем обычно не представляют интереса.

Узловыми отборами являются расходы жидкости, удаляемой из системы. В случае систем водоснабжения их значения очень важны, поскольку это именно те расходы воды, которые поступают к потребителям. В вентиляционных системах таких потребителей обычно нет, и узловые отборы равны нулю. Если всётаки в каких-либо узлах отборы существуют, необходимо иметь в виду, что их величины в программе EPANET условно считаются положительными. Если же жидкость втекает в узел, то заданный расход вводят со знаком «минус».

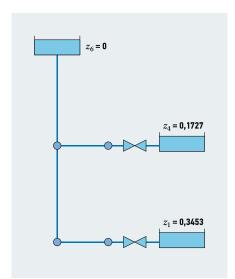
Узлы графа соединяются друг с другом ветвями (рёбрами). Внутри каждой ветви жидкость (газ) движется с неизменным расходом, при этом происходит изменение её напора. EPANET позволяет использовать три вида ветвей. Два из них

При расчётах систем вентиляции в качестве диаметра ребра графа нужно вводить диаметр трубы эквивалентной площади.

Традиционная методика расчёта потерь давления на трение в воздуховодах основана на использовании специальных номограмм и поправочных коэффициентов, учитывающих величину эквивалентной шероховатости стенок. При использовании EPANET расчёт приходится выполнять по методу Дарси-Вейсбаха, то есть с использованием коэффициента трения. Его величина определяется программой автоматически.

Необходимо подчеркнуть, что при использовании EPANET все воздуховоды считаются круглыми. Воздуховоды реальных сетей очень часто имеют прямоугольные сечения. Формальная замена прямоугольного воздуховода на круглый той же площади в ряде случаев может привести к существенной ошибке при расчёте линейных потерь давления.

При сооружении современных систем вентиляции жилых зданий широко используются различные приточные и вытяжные устройства (клапаны). В таких системах потери давления в вентиляционных каналах, часто оказываются малыми по сравнению с потерями давления в местных сопротивлениях. Оценить влияние линейных потерь на расходы воздуха в отдельных частях системы можно,



:: Рис. 2. Схема сети в среде EPANET

если выполнить расчёты при различных значениях эквивалентной шероховатости поверхностей вентканалов.

Другим способом моделирования, как трубопроводов, так и любых иных элементов системы, является использование ветвей-задвижек. Этим термином в EPANET обозначаются любые сопротивления с заданными в табличной форме зависимостями падения давления от расхода.

Третьим видом ветвей графа являются нагнетатели (насосы и вентиляторы), в которых давление потока жидкости увеличивается. Расходно-напорные характеристики нагнетателей в ЕРАNЕТ также задаются в виде таблиц. Удобно то, что характеристики нагнетателей и задвижек можно хранить в виде общей библиотеки.

Вернёмся к рассматриваемому примеру (рис. 1). Определим расходы воздуха, поступающего в помещения через оконные приточные клапаны при некоторых конкретных значениях параметров элементов сети.

Зададим для определённости зависимость расходов воздуха L [м³/ч] от перепада давления Δp [Па] на приточных клапанах (ветви графа 1–2 и 4–5) в виде функции [4]:

$$L = 7.75 (\Delta p)^{0.522}. \tag{4}$$

При расчётах будем учитывать местные потери давления в вентиляционных решётках и при входе в вентиляционный канал с поворотом потока (ветви графа 2–7 и 3–5) с суммарным коэффициентом местных сопротивлений $\xi=4$.

Вентиляционные каналы (ветви графа 7–3 и 3–6) имеют размеры 120×220 мм. Коэффициенты трения в каналах $\lambda=0,034,$ что приблизительно соответствует абсолютной эквивалентной шероховатости стенок 1,7 мм. При расчёте потерь давления на отрезке 3–6 учтём

потери энергии при истечении воздуха в окружающее пространство с коэффициентом местного сопротивления $\xi=1$.

Температуры наружного и внутреннего воздуха будут равняться +5 и + 20°C, соответственно.

В результате точного решения системы уравнений (1) получим расходы $L_1=15,74~{\rm M}^3/{\rm q}$ и $L_4=10,87~{\rm M}^3/{\rm q}$.

Расчётная схема той же сети в среде EPANET показана на рис. 2. Участки 1–2 и 4–5 на данном рисунке моделируются задвижками с характеристиками, описываемыми формулой (4).

Такие параметры могут быть достигнуты с помощью вентилятора, обеспечивающего подачу около 60 м³/ч при давлении порядка 12 Па.

Данная методика была проверена при расчётах систем вентиляции нескольких видов, рассматриваемых в руководстве [4]: с естественным побуждением, с децентрализованным механическим удалением воздуха с «тёплого» чердака и с централизованным удалением воздуха. Во всех случаях результаты расчётов с применением EPANET полностью соответствуют приводимым данным.



Поскольку при использовании программы EPANET характеристики отдельных элементов приходится вводить в виде таблиц, а не формул типа (4), возникает ошибка интерполяции. В нашем случае характеристика была задана в виде таблицы из восьми точек в диапазоне изменения L от нуля до 45 м 3 /ч. В результате расчёта оказалось, что найденные расходы отличаются от точного решения менее чем на $1\,\%$.

ЕРАNЕТ предоставляет возможность моделировать работу сети не только при любых сочетаниях наружных и внутренних параметров воздуха, но и найти решения, способствующие улучшению работы вентиляции. Например, в нашем случае увеличение воздухообмена может быть достигнуто с помощью общего вытяжного вентилятора, установленного на участке 3–6.

Для определения рабочей точки вытяжного вентилятора при требуемой величине воздухообмена в программной среде EPANET достаточно выполнить несколько последовательных расчётов, постепенно уменьшая высоту резервуарачисточника z_6 .

Например, при $z_6=-1$ м расходы воздуха составят $L_1=31,8$ и $L_4=29,5$ м³/ч.

Заключение

Показано, что практически любая из имеющихся сейчас программ для расчёта сетей водоснабжения, среди которых имеются и свободно распространяемые, может использоваться и при проектировании систем естественной и гибридной вентиляции. При этом не только обеспечивается необходимая точность расчётов, но и существенно уменьшается время их выполнения. Это особенно важно в тех случаях, когда требуется смоделировать работу системы при различных сочетаниях параметров внутреннего и наружного воздуха, а также при поиске наилучших конструктивных решений, обеспечивающих надёжную и устойчивую работу системы вентиляции.

- Lewis A. Rossman, EPANET 2: Users Manual. Water Supply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory Cincinnati. OH 45268. 2000. 200 p.
- 2. Посохин В.Н. Аэродинамика вентиляции. М.: ABOK-Пресс, 2008. 209 с.
- 3. Варапаев В.Н., Китайцева Е.Х., Шабашвили И.В. Численное моделирование воздушно-теплового режима многоэтажных зданий с естественной системой вентиляции // Вестник МГСУ, 2011. № 8. С. 122–128.
- СТО СРО НП СПАС-05–2013. Энергосбережение в зданиях. Расчёт и проектирование систем вентиляции жилых многоквартирных зданий. — Омск: СРО НП «СПАС». 2014. 71 с.





Совершенствование инженерных методов расчёта вентиляции крытой ледовой арены

Введение

Крытые ледовые арены относятся к спортивным сооружениям, к которым предъявляются жёсткие санитарно-гигиенические требования. Задача обеспечения требуемых параметров микроклимата в спортивных сооружениях подобного назначения заключается в создании таких систем вентиляции и кондиционирования воздуха, которые предназначены для обеспечения требуемых параметров воздушной среды как для зрителей, так и для самих выступающих спортсменов [1-3, 10]. Исходя из изложенного, можно выделить две области с характерными параметрами воздуха в объёме помещения ледовой арены: область трибуны для зрителей и область непосредственно над поверхностью ледового покрытия, высотой 1,5 м от поверхности льда.

Температура ледового покрытия зависит от вида проводимого спортивного мероприятия (табл. 1) [1–3, 10].

Актуальность решения заявленной темы

Системы вентиляции и кондиционирования расходуют значительные количества тепловой энергии, а зачастую являются основным потребителем тепловой и электрической энергии. Эффективность систем вентиляции и кондиционирования воздуха главным образом зависит от схемы организации воздухообмена (СОВ).

Традиционные способы расчёта воздухообмена не охватывают всего разнообразия факторов, влияющих на тепломассообмен в помещении, а также не учитывают схемы организации воздухообмена, что приводит к отклонению параметров воздуха в обслуживаемой зоне помещения от заданных значений [4].

Задача обеспечения требуемых параметров микроклимата в спортивных сооружениях, подобных крытым ледовым дворцам и аренам, заключается в создании таких систем вентиляции и кондиционирования воздуха, которые предназначены для обеспечения требуемых параметров воздушной среды и для зрителей, и для выступающих спортсменов

В зависимости от вида проводимых мероприятий системы обеспечения микроклимата крытых ледовых арен должны обеспечивать заданные температурно-влажностные режимы по отдельным объёмам помещения. Необеспечение необходимых параметров воздуха в зоне ледового поля приводит к ухудшению качества льда, а также способствует образованию тумана над его поверхностью.

Рецензия эксперта на статью получена 18.02.2019 [Expert review on the article received February 18, 2019].

УДК 697.92. Научная специальность: 05.23.03.

Совершенствование инженерных методов расчёта вентиляции крытой ледовой арены

Самвел В. Саргсян, к.т.н., доцент, директор Научно-образовательного центра «Теплогазоснабжение и вентиляция» (НОЦ «ТГВ»); Владимир Н. Варапаев, д.ф.-м.н., профессор; Виктория А. Борисова, аспирант, кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Представлена математическая модель физических процессов, происходящих внутри крытой ледовой арены. Применён метод разделения объёма помещения целесообразным образом на два характерных контрольных объёма для оптимизации процесса обеспечения требуемых параметров воздуха в области катка.

Ключевые слова: контрольный объём, математическая модель, воздухообмен, приточная струя, воздухораспределение, микроклимат.

UDK 697.92. Number of scientific specialty: 05.23.03.

Improvement of engineering methods for calculation of indoor ice arena ventilation

Samvel V. Sargsyan, PhD, Associated Professor, director of Scientific and Educational Center of Heat and Gas Supply and Ventilation (SEC HGSV); Vladimir N. Varapaev, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor; Victoria A. Borisova, postgraduate student, the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Moscow State University of Civil Engineering, National Research University Moscow State of Civil Engineering (NRU MGSU)

A mathematical model of the physical processes occurring inside the covered ice arena is presented. The approach of dividing the volume of the room in an arbitrary way into two characteristic control volumes is considered to optimize the process of providing the specified air parameters in the rink area.

Key words: control volume, mathematical model, air supply jet, air distribution, and microclimate.

Рациональные проектные решения принимаются с помощью математического моделирования аэродинамических, тепломассообменных и других процессов, возникающих в проектируемых помещениях. Эффективность работы систем обеспечения микроклимата крытых ледовых арен зависит от принятых схем организации воздухообмена систем вентиляции и кондиционирования воздуха и инженерных методов их расчёта.

Разработка схем и методов инженерного расчёта систем вентиляции и кондиционирования воздуха крытых ледовых арен является актуальной. Улучшение качества принимаемых решений при проектировании систем обеспечения микроклимата крытых ледовых арен позволит снизить энергетические затраты [4].

Общая постановка задачи

Помещение ледовой арены является элементом здания. Рассматриваются процессы, связанные с перемещением воздуха, струйные течения в замкнутом пространстве, распределение температуры, скорость движения воздушных потоков, и диффузия примесей в объёме пространства крытой ледовой арены.

Помещение ледовой арены рассматривается как объект, состоящий из двух контрольных объёмов (КО), в каждом из которых может быть приток и удаление воздуха, поглощение или выделение вредных веществ [5–9].

К первому контрольному объёму ледовой арены относится область непосредственно над поверхностью ледового покрытия, высотой 1,5 м, совместно с приточной струёй, где необходимо обеспечить условия для нормального функционирования катка, с поверхностью льда (I КО). Ко второму контрольному объёму относится область трибун для зрителей, где необходимо обеспечить комфортные условия (II КО).

Через границы контрольных объёмов могут проходить потоки веществ и энергии. В пределах каждого контрольного объёма потоки могут поглощается или выделятся. На границах каждого контрольного объёма могут ощущаться внешние воздействия.

Поверхность контрольного объёма принято называть контрольной поверхностью (КП).

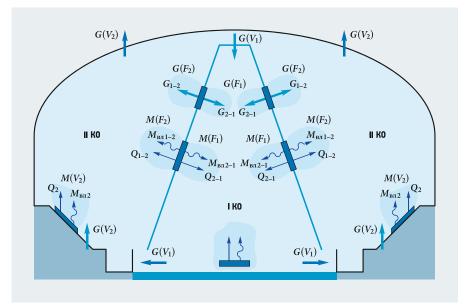


Рис. 1. Общая схема тепломассобмена в помещении ледовой арены с двумя контрольными объёмами (I KO — первый контрольный объём; II KO — второй контрольный объём)

Системы кондиционирования воздуха и вентиляции крытой ледовой арены предназначены для:

- предотвращения тумана у поверхности катка;
- □ отсутствия конденсации на ограждающих строительных и технологических конструкциях;
- □ обеспечения заданных санитарно-гигиенических параметров в области постоянного пребывания зрителей.

Деление помещения ледовой арены на два контрольных объёма — условное. Параметры воздуха в каждом из КО условно приняты однородными.

В каждом из контрольных объёмов обеспечиваются характерные температурно-влажностные параметры. Необходимо учесть влияние параметров воздуха во ІІ КО на параметры микроклимата в І КО при условии, что параметры микроклимата в данных контрольных объёмах создаются разными системами кондиционирования и вентиляции воздуха.

Тепловоздушные процессы в контрольных объёмах описываются законами сохранения (массы и энергии). Математическая модель физического процесса, происходящего внутри помещения крытой ледовой арены, позволяет определить воздухообмен для обеспечения нормируемых параметров воздуха в отдельных КО вентилируемого помещения.

В общем случае контрольные объёмы вентилируемого помещения представляется как ограниченное пространство внутри помещения с произвольно рассредоточенными по ним источниками и стоками вредных выделений M(V) и потоков вентиляционного воздуха G(V).

Члены, описывающие потоки через контрольную поверхность, в статье обозначены следующими символами: потоки вредных выделений M(F) и потоки воздушных масс G(F).

На рис. 1 представлена общая схема тепломассообмена в вентилируемом помещении крытой ледовой арены с двумя контрольными объёмами. Исходя из этого общий вид уравнений баланса по расходу воздуха и вредным выделениям для помещения ледовой арены с двумя КО следующий:

□ для I KO:

$$\begin{cases} \int_{V_{1}} G(V_{1}) dV_{1} + \int_{F_{1}} G(F_{1}) dF_{1} = 0 \\ \int_{V_{1}} M(V_{1}) dV_{1} + \int_{F_{1}} M(F_{1}) dF_{1} + \\ + \int_{V_{1}} G(V_{1}) \Pi(V_{1}) dV_{1} + \int_{F_{1}} G(F_{1}) \Pi(F_{1}) dF_{1} = 0; \end{cases}$$

пля II КО:

табл. 1

$$\begin{cases} \int_{V_2} G(V_2) dV_2 + \int_{F_2} G(F_2) dF_2 = 0 \\ \int_{V_2} M(V_2) dV_2 + \int_{F_2} M(F_2) dF_2 + \\ V_2 + \int_{V_2} G(V_2) \Pi(V_2) dV_2 + \int_{F_2} G(F_2) \Pi(F_2) dF_2 = 0, \end{cases}$$
(2)

В системах уравнений первый член первых уравнений — это расход воздуха, поступающего или уходящего из различных точек контрольного объёма. Второй член тех же уравнений — массообмен между контрольными объёмами.

👪 Параметры воздуха в области над поверхностью ледового покрытия

				Относит. влажность воздуха катка, %	
Деятельность	Темп-ра воздуха катка (на высоте 1,5 м), °C	Темп-ра воздуха на трибунах, °C	Темп-ра льда, °С		
Хоккей	+6+10	+18	-6,55,5	30-45	
Фигурное катание	+10+13	+18	-4,03,0	30-45	

Задача сводится к определению расходов и параметров приточного и вытяжного воздуха по отдельным контрольным объёмам. Составление уравнений баланса для отдельных КО помещения позволяет находить требуемый воздухообмен более обоснованно

Задача сводится к определению расходов и параметров приточного и вытяжного воздуха по отдельным контрольным объёмам. Составление уравнений баланса для отдельных КО помещения позволяет находить требуемый воздухообмен более обоснованно.

Приточная струя распространяется в направлении истечения, перемешиваясь по пути с окружающим воздухом ІІ КО,

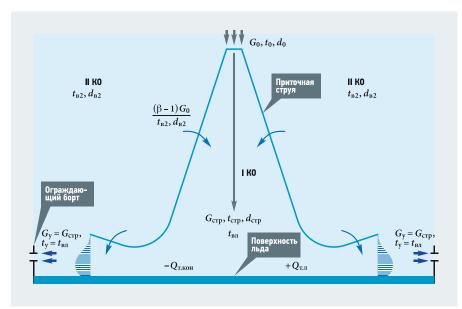
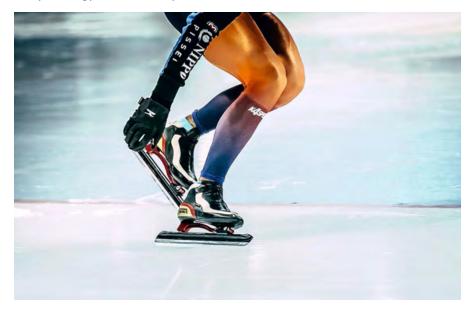


Рис. 2. Расчётная схема тепловоздушных процессов в I КО



держанием $d_{\rm стр}$. Теплота струи расходуется на компенсацию конвективных теплопотерь от воздуха обслуживаемой зоны к поверхности льда $Q_{\rm т. кон}$.

Формула для определения требуемых параметров воздуха на выходе струи из воздухораспределителя, в вентилируемом помещении ледовой арены с двумя контрольными объёмами, выводится из систем балансовых уравнений, составленных для I КО ледового катка совместно с приточной струёй по массе и по теплоте (3), а также по массе и по влагосодержанию (5).

Из уравнения баланса приточной струи определяем параметры воздуха на выходе из воздухораспределителя для обеспечения заданных параметров воздуха на входе струи в зону катка.

причём перемешивание сопровождается увеличением количества перемещаемого воздуха, торможением струи и образованием медленного течения окружающего воздуха по направлению к струе. Вследствие эжектирующего эффекта наблюдается поступление теплоты и водяных паров из второго КО в первый.

Воздух поступает через приточные насадки в количестве G_0 с температурой t_0 и влагосодержанием d_0 (рис. 2). Струя приточного воздуха, развиваясь в направлении истечения, ассимилирует тепловыделения и влаговыделения из II КО. Воздух во II КО соответствует температуре $t_{\rm BH}$ и влагосодержанию $d_{\rm BH}$. Расход воздуха в расчётном сечении струи увеличивается от начального G_0 до $G_{\rm CTP}$ за счёт эжекции воздуха из II КО. В конце развития струя поступает в обслуживаемую зону с температурой $t_{\rm CTP}$ и влагосо-





Уравнение баланса приточной струи по расходу и по теплоте, в соответствии со схемой (рис. 3), принимает вид:

$$G_0 + (\beta - 1)G_0 = \beta G_0$$

$$G_0 t_0 c_B + (\beta - 1) t_{BII} c_B = \beta G_0 t_{CTP} c_B.$$
 (3)

Из уравнения (3) определяется температура воздуха на выходе струи из воздухораспределителя:

$$t_{\rm o} = \beta t_{\rm crp} - (\beta - 1) t_{\rm BII}. \tag{4}$$

Уравнение баланса приточной струи по расходу и по влагосодержанию, в соответствии со схемой на рис. 3, принимает следующий вид:

$$G_0 + (\beta - 1)G_0 = \beta G_0$$

$$G_0 d_0 c_B + (\beta - 1)d_{BII} c_B = \beta G_0 d_{crp} c_B.$$
 (5)

Из уравнения (5) определяется влагосодержание воздуха на выходе струи из воздухораспределителя:

$$d_{\rm o} = \beta d_{\rm crp} - (\beta - 1) d_{\rm BII}. \tag{6}$$

Из уравнений (4) и (6) очевидно, что предварительные значения температуры и влагосодержания воздуха при истечении из воздухораспределителя, для обеспечения нормируемых параметров в обслуживаемой зоне ледового катка, зависят от коэффициента В — относительного расхода воздуха в струе. Чем выше установка воздухораспределителей, тем большее количество окружающего воздуха из II КО приточной струёй вовлекается в I KO. В помещениях с большими тепловыделениями или в помещениях с иными вредными выделениями рекомендуется устанавливать воздухораспределители на небольших высотах, чтобы уменьшить подмес.

Данный метод позволяет определять оптимальную высоту установки и характеристики воздухораспределительного устройства, а также параметры воздуха при истечении струи из воздухораспределителя, с целью обеспечения заданных параметров воздуха на входе струи в обслуживаемую зону ледового поля.

Аналитическую формулу для определения требуемого воздухообмена для I KO, где расположено ледовое поле, с использо-

Чем выше установка воздухораспределителей, тем большее количество окружающего воздуха из II КО приточной струёй вовлекается в I КО. В помещениях с большими тепловыделениями или в помещениях иными вредными выделениями рекомендуется устанавливать воздухораспределители на небольших высотах, чтобы уменьшить подмес

ванием математической молели помещения крытой ледовой арены с двумя КО в наиболее общей форме можно вывести из систем балансовых уравнений по расходу воздуха и по теплоте, составленных для характерных зон ІКО: ледовый каток (7) и приточная струя (9).

На рис. 2 изображена расчётная схема тепловоздушных процессов в І КО (в зоне ледового поля). Уравнения баланса в соответствии со схемой примут вид:

для зоны ледового поля I КО

$$G_{\text{crp}} - G_{yx} = 0$$
 (7)
 $G_{\text{crp}} t_{\text{crp}} c_{\text{B}} + Q_{\text{T.Л}} - Q_{\text{T.KOH}} - G_{yx} t_{yx} c_{\text{B}} = 0$;

$$G_{\rm crp} - G_{\rm yx} = 0, t_{\rm yx} = t_{\rm вл};$$
 (8) для струи в объёме I KO:

$$G_0 + (\beta - 1)G_0 = G_{\text{crp}}$$

$$G_0 t_0 c_{\text{B}} + (\beta - 1)G_0 t_{\text{BII}} c_{\text{B}} = G_{\text{crp}} t_{\text{crp}} c_{\text{B}}; (9)$$

$$G_0 \beta = G_{\rm crp}, \tag{10}$$

$$t_{\rm crp} = [t_0 + (\beta - 1)]/\beta,$$
 (11)

где $G_{\text{стр}}$ — расход воздуха в приточной струе при входе в обслуживаемую зону ледового поля в I КО, кг/ч; G_{yx} — количество уходящего воздуха, кг/ч; G_0 — количество воздуха, истекающего из воздухораспределителя, кг/ч; t_0 — температура воздуха при истечении из воздухораспределителя, °С; $t_{\text{стр}}$ — температура приточной струи при входе в обслуживаемую зону ледового поля, °С; t_{yx} — температура уходящего воздуха в объёме II КО, °С; $t_{\text{вл}}$ — температура обслуживаемой зоны над поверхностью льда, °С; $t_{\rm вп}$ — температура воздуха во II KO; β — относительный расход воздуха в струе (коэффициент подмешивания струи); $Q_{\text{т.кон}}$ — конвективный приток теплоты от воздуха к поверхности льда, $Bт; Q_{т,n}$ — теплопритоки от людей, Вт; $c_{\rm B}$ — удельная теплоёмкость воздуха, кДж/(кг. °С).



Совместное решение уравнений (7) и (8) позволяет определить расход воздуха в приточной струе $G_{\rm crp}$ при входе в обслуживаемую зону ледового поля в I КО:

$$G_{\rm crp} = \frac{Q_{\rm T.KOH} - Q_{\rm T.Л}}{c_{\rm B}(t_{\rm crp} - t_{\rm BJ})}.$$
 (12)

Из уравнения (12), подставляя уравнение связей (10) и (11), выводим формулу для определения требуемого воздухообмена G_0 зоны ледового поля:

$$G_0 = \frac{3.6(Q_{\text{\tiny T.KOH}} - Q_{\text{\tiny T.J}})}{c_{\text{\tiny B}}[t_0 + (\beta - 1)t_{\text{\tiny BII}} - \beta t_{\text{\tiny BJ}}]}.$$
 (13)

Полученная зависимость (13) позволяет установить взаимосвязь между характеристиками воздухораспределительного устройства, высотой его установки и температурой приточного воздуха, подаваемого в зону ледового катка.

При проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха обслуживаемых зон ледовой арены необходимо стремиться к исключению интенсивного перемешивания приточного воздуха, подаваемого в зону ледового поля, с воздухом II КО, имеющего высокое теплосодержание. Подача завышенного количества приточного воздуха в зону льда приведёт к интенсивному смешению воздушных масс первого и второго контрольных объёмов. В результате этого температура воздуха над поверхностью (на высоте 1,5 м от льда) может превысить заданное значение.

Чтобы воспользоваться предлагаемым способом расчёта требуемого воздухообмена, необходимо ввести дополнительные условия, учитывающие обеспечение санитарно-гигиенических характеристик струи при входе её в обслуживаемую зону ледового поля.

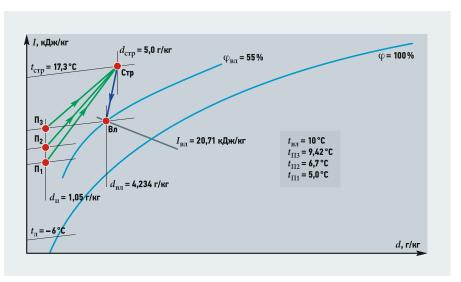


Рис. 3. *i*—*d*-диаграмма изменения параметров воздуха приточной струи в помещении крытого катка с двумя контрольными объёмами при организации воздухообмена по схеме «сверху-вниз»

Комплексный расчёт воздухообмена и воздухораспределения проводился с учётом закономерностей струйных течений и особенностей их развития, при этом учитывались основные характеристики воздухораспределителей. Диапазон изменения количества приточного воздуха, подаваемого в зону ледового поля, для обеспечения требуемых параметров зависит от количества избытков теплоты, выделяемых во ІІ КО (зона трибун), характеристик воздухораспределительного устройства, высоты его расположения и температуры приточного воздуха.

Подробный учёт факторов, влияющих на параметры воздуха в зоне ледового поля, позволяет определить, а также оценить степень обеспеченности заданных параметров воздуха в обслуживаемой зоне.

При определении параметров приточного воздуха на выходе из воздухораспре-

делителя, для обеспечения заданных параметров воздуха на входе приточной струи в обслуживаемую зону катка, с применением модели помещения крытой ледовой арены с двумя контрольными объёмами, параметры воздуха в характерных точках можно определить графоаналитическим методом, используя i-d-диаграмму влажного воздуха.

Диапазон изменения количества приточного воздуха, подаваемого в зону ледового поля, для обеспечения требуемых параметров зависит от количества избытков теплоты, выделяемых во II КО (зона трибун), характеристик воздухораспределительного устройства и температуры приточного воздуха

На рис. 3 изображена і-д-диаграмма изменения параметров приточного воздуха в зоне ледового поля (І КО) при изменении тепло- и влаговыделений во II КО (зоне трибун). Точки Π_1 , Π_2 и Π_3 характеризуют параметры состояния воздуха, истекающего из воздухораспределителей. При расчёте использовались следующие параметры воздуха во II KO: отрезок Π_1 - Π_2 - Π_3 - C_{TP} характеризует процесс ассимиляции теплоты и влаги, вследствие перемешивания с приточной струёй воздуха из II KO, потоком приточного воздуха, подаваемого в зону льда. Отрезок С_{тр}-Вл характеризует процесс охлаждения приточного воздуха, поступающего в обслуживаемую зону, при котором воздух отдаёт явное конвективное тепло поверхности льда.

Задача достижения требуемых параметров в приточной струе при входе в обслуживаемую зону ледового поля (точка $C_{\rm Tp}$ на рис. 3), при изменении тепловыделений и влаговыделений в зоне трибун, обеспечивается изменением температуры приточного воздуха (точки Π_1 , Π_2 и Π_3 , рис. 3). Снижение тепловыделений и влаговыделений в зоне трибун сопровождается повышением температуры приточного воздуха от точки Π_1 до точки Π_3 .

Выводы

Предложен метод расчёта параметров микроклимата отдельных контрольных объёмов помещения крытой ледовой арены при организации распределения воздуха по схеме «сверху-вниз» для определения параметров и режимов работы приточных и вытяжных устройств.

Предложенная модель физических процессов, происходящих внутри помещения крытой ледовой арены, позволяет определять начальные параметры воздуха приточной струи для обеспечения требуемых параметров воздуха непосредственно над поверхностью ледового покрытия.

Графоаналитический метод расчёта параметров воздуха в области ледового катка на базе i-d-диаграммы позволяет учесть процесс смешивания воздуха двух контрольных объёмов и уточнить начальные параметры воздуха в струе, с учётом типа струи и высоты расположения воздухораспределителя.

В существующих методиках расчёта систем вентиляции и кондиционирования воздуха крытых ледовых арен зона трибун для зрителей и зона ледового поля рассматриваются обособленно, то есть не учитывается взаимодействие зон, имеющих различные температурно-влажностные параметры.

Балансовый метод не позволяет проанализировать поля концентраций, температуры и модуля скорости в объёме арены. Более достоверные результаты получаются при использования современных методик вычислительной гидродинамики (Computational Fluid Dynamics), то есть CFD-моделированием [11].

- 1. Волков А.А., Марголина И.С., Бородкин А.А. Особенности распределения воздуха в системах вентиляции зрительных залов // ABOK, 2010. №2. С. 54–59.
- Кокорин О.Я., Товарас Н.В., Иньков А.П. Анализ энергетических показателей СКВ для помещений тренировочных катков, оборудованных различными системами холодо- и теплоснабжения // Холодильная техника, 2007. №10. С. 14–19.
- 3. Панкратов В.В., Шилкин Н.В. Особенности климатизации ледовых арен // ABOK, 2009. №8. С. 24–36.
- Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещении. СПб.: АВОК Северо-Запал, 2004. 320 с.
- Титов В.П., Саргсян С.В. Построение процессов изменения состояния воздуха на *i*–*d*-диаграмме при двухзонной модели вентилируемого помещения. — Депон. рук. ВНИИНТПИ, 1991. №10910. Библ. указат. депон. рук., вып. 5.
- Саргсян С.В. Методика определения количества и характеристик воздухораспределителей, расположенных в верхней зоне помещения, при подаче воздуха вертикальными струями // Вестник МГСУ, 2009. № 2 (спецвыпуск). С. 452–456.
- Титов В.П., Саргсян С.В. Универсальная двухзонная модель помещения для расчёта требуемого воздухообмена / В сб.: Охрана труда в промышленности. — Пенза, 1991.
- Саргсян С.В. Исследование способов организации воздухообмена и систем воздухораспределения на физических моделях в лабораторных условиях // Научное обозрение, 2015. №16. С. 68–71.
- Саргсян С.В. Методика лабораторных испытаний способов организации воздухообмена на физических моделях // Научное обозрение, 2015. №16. С. 76–79
- Žák A., Sikula O., Trcala M. Analysis of local moisture increase of timber constructions on ice arena roof. Advanced Materials Research. 2013. Vol. 649. Pp. 291–294.
- Гримитлин А.М., Дацюк Т.А., Денисихина Д.М. Математическое моделирование вентиляционных процессов: Монография. СПб.: АВОК Северо-Запад, 2013. 192 с.

References — see page 94.



Прибор нового поколения для систем вентиляции

testo 440 — компактность, инновационность, интуитивное управление.

- Универсальность: Bluetooth- и проводная рукоятки для подключения зондов
- Удобство: большой чёткий дисплей, компактный размер, широкий выбор зондов
- Интуитивность: преднастроенные меню измерений под каждую задачу

На правах рекламы

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

О загрязнении воздуха тепловыми двигателями и их пожарной и экологической безопасности

Рецензия эксперта на статью получена 08.02.2019 [Expert review on the article received February 8, 2019].

Введение

По обоснованному мнению передовых учёных мира [1,2], бесконтрольное применение техники и технологий сжигания углеводородов (главным образом в тепловых двигателях) привело к перенасыщению атмосферного воздуха дисперсным «чёрным» углеродом (сажей), что уже создало чрезвычайные ситуации (ЧС) катастрофического роста заболеваемости и смертности населения [2] и глобальную угрозу устойчивому развитию цивилизации на нашей планете, которая связана с общим потеплением климата, особенно в Арктике и Антарктике [1].

В масштабах крупных городских агломераций при неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ) горожане испытывают закономерно повторяемый прессинг опасного воздействия сажи от транспорта с дизельными двигателями — до $5\,\Pi J K_{\rm Mp}$ (рис. 1), а при аварийных технических неисправностях топливной аппаратуры (ТА) или цилиндропоршневой группы даже одного дизельного грузовика непосредственно на автомагистрали — до 35 и более $\Pi J K_{\rm Mp}$ (рис. 2).

Установлено, что частицы дизельной сажи, первоначально имеющие размеры в несколько сотен ангстрем (до 500×10^{-10} м) [3] и развитую физико-химическую активную структуру аморфного углерода, адсорбируют в порах самое опасное по оценке Всемирной организации здравоохранения [2] канцерогенное вещество — 6ензо(a)пирен ($C_{20}H_{12}$). Частицы, легко поддерживаемые воздушной средой, мигрируя в атмосфере с потоками воздуха до нескольких недель и более [4], беспрепятственно оседают в лёгких людей, на почве и в сельскохозяйственных культурах, вызывая хронические заболевания астмой, ишемию сердца, инсульты, цереброваскулярные недуги и даже онкологиБесконтрольное применение техники и технологий сжигания углеводородов привело к перенасыщению атмосферного воздуха дисперсным чёрным углеродом, что породило катастрофический рост заболеваемости и смертности населения

ческие заболевания [2]. По этой причине для контроля таких чрезвычайных ситуаций Национальный центр управления в кризисных ситуациях МЧС России осуществляет в режиме реального времени мониторинг и прогнозирование загрязнения воздушной среды в городах [4].

Экспериментально доказано, что в камерах сгорания дизельных двигателей локальные значения температуры пламени достигают величин до 3400 К [5], а при аварийных режимах работы топливной аппаратуры дизельных двигателей с обильным образованием в цилиндрах сажи происходит блокировка активной поверхности пор нейтрализаторов, сопровождающаяся неуправляемыми процессами повышения противодавления выпуску отработавших газов (ОГ) и, как следствие, разогрева до малинового цвета [6] его внешней обшивки, с высокими рисками возникновения пожара в моторном отсеке. В работе [7] приводятся установленные экспертизой факты возгорания по этой причине транспортных средств и отзыва из эксплуатации ведущими фирмами мира десятков тысяч автомобилей для конструктивных доработок нейтрализаторов из-за риска возникновения пожаров.

Представляется очевидным, что решение проблемы контроля глобальных, региональных и локальных угроз чрезвычайно опасного загрязнения воздушной

УДК 621.43.06:656(1-21):504.3.054. Научные специальности: 05.04.02, 05.26.02, 05.26.03.

Диагностика пожарной и экологической безопасности тепловых двигателей транспорта

Владимир Н. Ложкин, д.т.н., профессор; Ольга В. Ложкина, к.х.н., доцент; Богдан В. Гавкалюк, к.т.н.; Максим А. Косовец, адъюнктура; Андрей Ю. Пенченков, адъюнктура, Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России

Приводятся теоретические и экспериментальные обоснования инструментального метода диагностики транспортных дизелей по оптической плотности частиц сажи. Показано, что динамика изменения оптической плотности в цилиндре и на выпуске идентифицируется с пожарно-аварийными режимами работы нейтрализатора и эмиссией с отработавшри зазами канцерогенного «чёрного» углерода (сажа), влияющего на здорове и изменение климата. Обосновывается процедура контроля пожарноаварийных режимов в эксплуатации. Анализируются причины, связанные с неисправностями топливной аппаратуры и неудовлетворительным качеством моторного топлива.

Ключевые слова: тепловые двигатели, транспорт, возгорание, чёрный углерод, диагностика.

UDC 621.43.06:656(1-21):504.3.054. Numbers of scientific specialty: 05.04.02, 05.26.02, 05.26.03.

Diagnostics of fire and environmental safety of transport heat engines

Vladimir N. Lozhkin, Doctor of Technical Sciences, Professor; Olga V. Lozhkina, PhD, Associate Professor; Bogdan V. Gavkalyk, PhD, Associate Professor; Maxim A. Kosovets, an adjunct student; Andrey Y. Penchenkov, an adjunct student, St. Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Theoretical and experimental substantiations of the instrumental method for diagnosing transport diesel engines based on the optical density of soot particles are given. It is shown that the dynamics of changes in optical density in the cylinder and on the exhaust is identified with fire-emergency operating modes of the neutralizer and emission with exhaust gases of carcinogenic "black carbon" affecting health and climate change. Substantiates the procedure for monitoring fire and emergency modes in operation. The reasons connected with malfunctions of the fuel equipment and unsatisfactory quality of motor fuel are analyzed.

Key words: heat engines, transport, fire, black carbon, diagnostics.

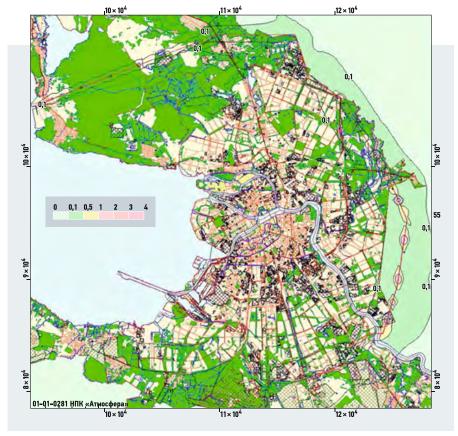


Рис. 1. Карта ожидаемого загрязнения воздуха частицами сажи дизельных автомобилей при НМУ (Санкт-Петербург, часы пик, 2017 год, шкала концентраций в долях $\Pi \not \coprod K_{MP}$)

Для разработки комплекса инструментально-расчётной диагностики объекты исследования были разделены на четыре уровня и выстроены в соответствии с последовательностью проведения диагностических исследований

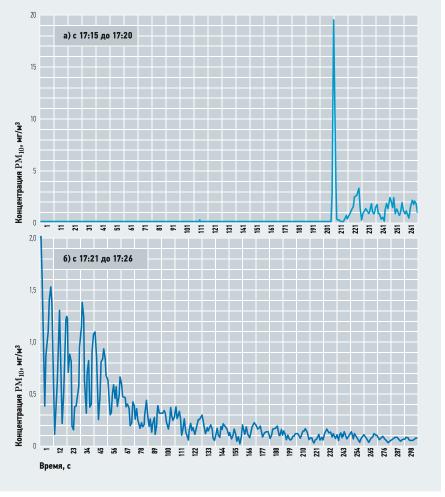
способного спровоцировать возгорание транспортного средства (второй уровень); двигатели и транспортные средства с дизельными двигателями, передвигающиеся в потоках городских магистралей, каждый из которых является передвижным источником выброса частиц сажи и одновременно источником вероятной пожарной опасности в городе (третий уровень, рис. 2); наконец, участки городских магистралей, улиц, отдельные элементы улично-дорожной городской сети (УДС) и, в целом, вся УДС города, в пределах которых передвигаются автомобили с дизельными двигателями как объекты негативного воздействия на окружающую среду и человека частиц сажи («чёрного» углерода) — четвёртый уровень, рис. 1.

атмосферы «чёрным» углеродом и снижения пожарного риска возгорания транспортных средств при эксплуатации возможно только на основе разработки и внедрения в единую систему мониторинга наукоёмких методов технической диагностики реальных явлений и процессов, их порождающих.

В настоящей статье предлагается разработанный авторами весь комплекс инструментально-расчётной диагностики иерархически связанных между собой физико-химических процессов: образования в первоисточнике (цилиндры дизеля), эмиссии (транспортные средства), миграции в стратифицированной атмосфере на локальном (магистраль), региональном (крупный город) и глобальном (включая арктический континент) уровнях частиц сажи («чёрного» углерода).

Объекты исследования

Объекты исследования выстроены в соответствии с уровнями соподчинённой иерархии (последовательности) проведения диагностических исследований. Ими являются: рабочие процессы сгорания дизельных двигателей — источников образования частиц сажи (первый уровень); регенерируемые керамические сажевые фильтры и каталитические окислительные нейтрализаторы, в которых частицы сажи фильтруются и выжигаются с выделением большого количества тепла,



ho Рис. 2. Измерения концентрации PM_{10} на КАД 28 июля 2017 года

Методика и результаты инструментально-диагностических исследований

Первый уровень: исследования явления образования частиц сажи в цилиндрах дизелей. Для диагностики внутрицилиндровых процессов образования частиц сажи был разработан метод [3, 5], который мы назвали «оптическим (или лазерным) индицированием» и применили впервые во всём мире в 1970-х годах для изучения динамики процесса образования сажи и важнейшей для его протекания характеристики — температуры, развиваемой непосредственно в локальных областях дизельного пламени, в которых и происходит пиролиз топлива.

Метод основан на использовании оптических характеристик частиц дизельной сажи поглощать и излучать электромагнитные волны в видимой части спектра. Для моделирования результата процессов образования и выгорания частиц сажи, выражаемого текущей концентрацией частиц через величину ослабления ими света стороннего источника, применялся известный закон поглощения Бугера-Ламберта-Бера [3].

Для измерения и расчётного моделирования текущей температуры пламени мы использовали широко известный в металлургии «цветовой» метод, основанный на фиксации разности интенсивностей излучения света частицами сажи на двух длинах волн видимого диапазона [5]. Диагностика текущих значений (по углу поворота коленчатого вала) средней «оптической» концентрации частиц сажи и их «цветовой» температуры в самых высоко нагретых локальных частях пламени производилась путём раздельной фиксации на выходе из цилиндра интенсивностей излучения сторонне-

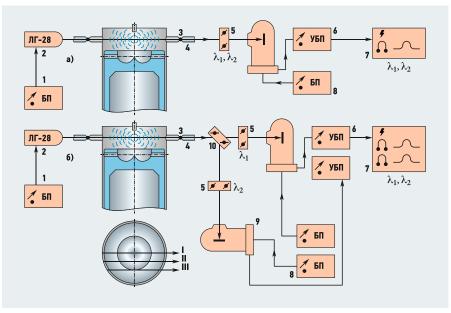


Рис. 3. Функциональная блок-схема оптического индицирования дизеля (а — одноканальная система регистрации излучения; **6** — двухканальная система регистрации излучения)

го источника плюс излучения частицами сажи и, собственно, излучения частицами сажи на двух длинах волн.

В качестве стороннего источника монохроматического излучения света использовался оптический квантовый генератор (лазер); для прецизионного вычленения из непрерывного спектра излучения частицами сажи нужных электромагнитных частот применялись оптические интерференционные монохроматические фильтры; в качестве приёмников ослабленного сажевым облаком света лазера и света частиц сажи — фотоэлектронные многокаскадные умножители (приборы электровакуумного типа); «окна» в камеру сгорания, в зависимости от конкретных задач диагностики, выполнены из кварца для исследований излучения частиц сажи в видимой области спектра, а также из искусственного сапфира — для исследования генерируемого частицами сажи мощного теплового ИК-излучения [3,5].

В отличие от более ранних исследований, проводимых в МАДИ В.З. Маховым, автором настоящей статьи, и С.А. Батуриным, как отмечено выше, применялся лазер с длиной волны 630 нм (рис. 3).

Высокая монохроматичность и спектральная мощность (10^{12} – 10^{16} Вт/см²; для сравнения — мощность в оптическом диапазоне дуговой сварки — 10^5 Вт/см², электронного луча — 5×10^8 Вт/см²), когерентность и узкая направленность луча данного лазера (630 нм) в сравнении с другими источниками, применяемыми для определения относительной концентрации частиц сажи, позволили:

- повысить точность измерения за счёт устранения шумов, связанных с хроматической аберрацией, и сведения до минимума погрешностей вследствие немонохроматичности системы;
- повышенного выделения сажи, что особенно важно при изучении переходных режимов работы дизелей;
- □ сравнительно легко осуществлять настройку оптической оси между источником и приёмником излучения.

Для исследования процессов образования и выгорания частиц сажи, зависимости «оптической» концентрации сажи с учётом меняющегося объёма над поршнем преобразовывались в зависимости изменения относительного содержания сажи N в цилиндрах дизеля по углу поворота коленчатого вала α (рис. 4).

Как видно, реализация разработанного диагностического метода лазерного индицирования даёт возможность проводить наблюдение результирующего процесса образования частиц сажи в мгновенно протекающем процессе рабочего цикла дизельного двигателя с момента воспламенения топлива до открытия выпускных



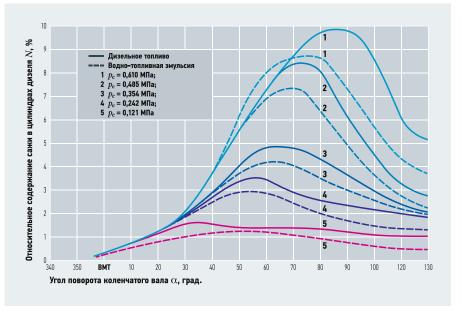


Рис. 4. Влияние присадки воды к топливу на закономерности образования сажи в цилиндре (в единицах условной массы, дизель 8ЧН13/14, n = 1700 мин $^{-1}$)

клапанов. Анализ характера экспериментальных кривых выделения (накопления) сажи, являющегося результатом одновременно идущих процессов образования частиц сажи и их выгорания в объёме цилиндра, позволяет сделать важные для понимания и организации рабочего процесса выводы о том, что быстрое сгорание хорошо подготовленной смеси сразу после воспламенения обусловливает и высокую скорость образования сажи в диффузионном пламени, которая значительно превосходит скорость её выгорания.

Для исследования процессов образования и выгорания частиц сажи, зависимости «оптической» концентрации сажи с учётом меняющегося объёма над поршнем двигателя преобразовывались в зависимости изменения относительного содержания сажи в цилиндрах дизеля по углу поворота коленчатого вала

В дальнейшем развитии результирующего процесса накопления сажи в цилиндрах дизеля ЧН24/36 отчётливо наблюдается преобладание скорости выгорания сажи над скоростью её образования. К концу сгорания последних порций топлива образование сажи прекращается, а выгорание её продолжается вплоть до открытия выпускных клапанов. В данном конкретном примере этот метод даёт возможность оценить влияние на процесс накопления сажи нагрузочного $p_{\rm e}$ и скоростного n режима работы дизеля; позволяет практически увидеть и оценить, путём сравнения качественных и коли-

Отечественной промышленностью, по известным причинам, они в настоящее время не производятся.

Второй уровень: исследование и диагностика пожарно-взрывоопасных режимов эксплуатации, регенерируемых керамических сажевых фильтров и каталитических окислительных нейтрализаторов (КН) частиц сажи и ОГ дизелей.

В течение последних трёх десятилетий авторами статьи разрабатывались и внедрялись в эксплуатацию дизелей отечественного и зарубежного производства сажевые керамические фильтры и каталитические окислительные нейтрализаторы ОГ. Как было отмечено, при аварийных режимах работы этих устройств в процессах каталитической нейтрализации и ре-



чественных закономерностей изменения скорости накопления в цилиндре массы частиц сажи, положительное влияние добавки к дизельному топливу воды (в виде водно-топливной эмульсии — по массе воды 17% к дизельному топливу) на подавление процесса образования частиц сажи и уменьшения скорости роста её общей массы (закономерности, обозначенные на рис. 4 пунктирными линиями).

Следует отметить, что применение столь сложных для реального дизелестроения методов и диагностического оборудования было естественным явлением, поскольку в те времена в России для создания конкурентных «прорывных» технологий в технике [3,5] приветствовались междисциплинарные исследования на стыке разнопрофильных фундаментальных и прикладных наук. Сегодня подобные и более изощрённые методы и инструментальные средства применяются в диагностическом оборудовании последних поколений, производимом специализированными зарубежными фирмами.

генерации от сажи (углерода) развиваются высокие температуры, способные привести к пожару на транспортном средстве.

Перенос тепла внутри пористого катализатора через модельную условную поверхность при каталитической реакции окисления сажи [6] определялся по следующему уравнению:

$$D_{\ni \Phi} \frac{dc}{dl} \Delta H = \lambda \frac{dT}{dl} D_{\ni \Phi} \frac{dc}{dl} \Delta H = \lambda \frac{dT}{dl}, \quad (1)$$

после его интегрирования:

$$\Delta T = T - T_1 = \frac{\left(-\Delta H\right)D_{3\Phi}}{\lambda} \left(c_1 - c\right),\tag{2}$$

где T — температура в любой точке активного слоя, K; c — концентрация реагента в той же точке, моль/м³; ΔH — изменение энтальпии при каталитической реакции, кДж/моль; λ — коэффициент теплопроводности пористой структуры катализатора, $Br/(m\cdot K)$; c_1 и T_1 — значения, соответственно, концентрации частиц сажи [моль/м³] и температуры [K] на внешней поверхности активного слоя;



Анализ результатов экспертных исследований аварийных режимов работы каталитического нейтрализатора и сажевых фильтров, показал, что, к сожалению, аварийные автомобили не всегда выявляются в дилерских центрах и при прохождении технического обслуживания (ТО). Решение научно-методических вопросов технической диагностики безопасной эксплуатации сажевых фильтров потребовали проведения анализа специфических особенностей конструкции и режимов работы системы Common Rail System [7], качества топлива и дефектации элементов конструкции. В табл. 1 в качестве примера представлены результаты испытаний автомобиля Ford Mondeo по оригинальной программе, рекомендуемой для прогнозирования пожарно-взрывоопасных режимов эксплуатации, регенерируемых керамических сажевых фильтров и КН.

табл. 1

 $D_{
m 9 \varphi}$ — эффективный коэффициент диффузии, определяемый таким образом, чтобы уравнение диффузии частиц сажи для массы пористого слоя имело вид:

$$\frac{dc}{dl} = D_{3\Phi} \Delta c - W'(c), \tag{3}$$

где c — концентрация частиц сажи в некоторой точке внутри массы пористого слоя катализатора; Δ — оператор Лапласа; W' — эффективная скорость реакции, определяемая «истинной» кинетикой; k' — константа «псевдообъёмной» [7] реакции, определяемая зависимостью Аррениуса. При этом перенос реагирующих веществ и продуктов реакции внутри пор допускался молекулярно-конвективной, кнудсеновской и, условно, фольмеровской миграциями газифицированного углерода и кислорода отработавших газов [7].

Расчётными диагностическими исследованиями кинетики и теплофизики процесса гетерогенного катализа было установлено [6, 7], что для технически исправного состояния топливной аппаратуры, например, двигателя КамАЗ-740.10 тепловой эффект в порах каталитических окислительных нейтрализаторов составляет 203-28 167 кДж. Меньшие значения соответствуют режиму холостого хода, большие — режиму номинальной мощности. Как показали расчёты и ходовые испытания КН автотранспорта [6], при неисправности топливной аппаратуры и износе цилиндропоршневой группы тепловые нагрузки могут в десятки раз превышать эти значения, что приводит буквально к «испарению» и «выдуванию» матричного жаропрочного носителя при том, что температура ОГ не превышает значений 500-600°C.

** Результаты испытаний [6] автомобиля Ford Mondeo (двигатель TDCi)*

1 csynbiatis vicinstativit [6] astolioosissis 1 of a Monaco (Assistation 1561)								
№ изм.	Значение XM, м ^{−1}	Среднее значение XM, м ⁻¹ (%)	Норма, м ^{−1} (%)					
Измерения	дымности ОГ nmax.x.x. г	после регенерации сажевого фильтра						
1	1,65	1,34 (44)	0,4 (15)**					
2	1,35	1,34 (44)	*** По ГОСТ 21393—75 для $n_{ m max.xx}$					
3	1,10	1,34 (44)						
4	1,25	1,34 (44)						
Измерения дымности ОГ nmax.x.x. на режимах свободного ускорения (СУ)								
1	5,92	≈ 4,0 (82)	1,6 (50)					
2	4,28	≈ 4,0 (82)	1,6 (50)					
3	3,37	≈ 4,0 (82)	1,6 (50)					
4	3,48	≈ 4,0 (82)	1,6 (50)					
5	3,73	≈ 4,0 (82)	1,6 (50)					
6	3,32	≈ 4,0 (82)	1,6 (50)					

* По диагностике пожарно-аварийными режимами работы регенерируемого сажевого фильтра при неисправном техническом состоянии топливной аппаратуры Common Rail System. ** Условное выражение концентрации частиц сажи в ОГ дизельного двигателя через измеренные значения натурального показателя ослабления светового потока [м⁻¹] и оптическую потоность [%], рассчитанные в соответствии с законом поглощения Бугера-Ламберта-Бера. $n_{\text{max.xx}}$ — измерения на режиме максимальных оборотов холостого хода, взят из ГОСТ 23435—79 «Техническая диагностика. Двигатели внутреннего сторания поршневые. Номенклатура диагностических параметров».





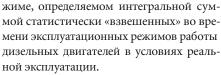
Последующий лабораторный экспертный анализ проб топлива, отобранных из топливного бака и корпуса фильтра тонкой очистки, показал конкретно на данном автомобиле их несоответствие установленным требованиям (содержание воды в топливе, отобранного из корпуса фильтра, составляло 11%). Для пробы топлива из бака: температура вспышки составляет +27°C вместо +62°C; цетановое число — 40,4 вместо 45; зольность — 0,025 вместо 0,01; присутствие бензиновых фракций и воды более 0,05% по массе; повышенное содержание меркаптановой серы и сероводорода). Детали ТА имели явно выраженные коррозионные разрушения [6].

Третий уровень: двигатели и транспортные средства с дизельными двигателями. Из теории рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания известно [3], что состав отработавших газов дизелей, в частности, содержание в них частиц сажи в форме дымового аэрозоля, измеряемое по диагностическому параметру

«оптической» плотности (дымности) ОГ, имеет глубинную связь с техническим состоянием систем двигателя, в частности, регулировками топливной аппаратуры и его топливно-экономическими показателями. Это позволило нам разработать метод диагностики перерасхода топлива двигателем транспортного средства и, в целом, парка транспортных средств по результатам измерений дымности ОГ в режиме свободного ускорения (СУ) [8].

Теоретической основой метода является введение понятия об условном среднестатистическом дизельном транспортном средстве при допущениях:

- \square значение дымности отработавших газов для него на режиме свободного ускорения равно среднестатистическому, то есть математическому ожиданию $m_{K_{\mathrm{cy}}}$, выявленному в результате проведения статистических исследований на предприятии, эксплуатирующем транспортную технику;



Таким образом, если применительно к транспортным двигателям обозначить через: β — область эксплуатационных режимов работы дизельных двигателей, определяемых значениями $[M_K, n]$; m — количество режимов, составляющих область β ; $[M_{K_i}, n_i]$ — отдельный режим работы дизеля, входящий в область β ; a_i — доля времени (от единицы), в течение которого дизель работает на режиме

Состав отработавших газов дизелей, в частности, содержание в них частиц сажи в форме дымового аэрозоля, измеряемое по диагностическому параметру «оптической» плотности (дымности) отработавших газов, имеет глубинную связь с техническим состоянием систем двигателя, в частности, регулировками топливной аппаратуры и его топливно-экономическими показателями

 $[M_{K_i}, n_i]$ (целесообразно принять в качестве единицы времени один час, так как расход топлива измеряется в кг/ч); i=1,2,...,m — индексы режимов, составляющих область β , то тогда при работе дизеля на данном условном среднестатистическом эксплуатационном режиме должно соблюдаться равенство:

$$\sum_{i=1}^{m} \left(a_i \right) = 1 \, \text{vac.} \tag{4}$$

Обоснование метода производилось для транспортных средств с дизельными двигателями Д-240, для которого время работы на отдельных эксплуатационных режимах, согласно статистике, распределялось следующим образом [8]:

- 0,35-0,55 Ne_н 42 % времени;
- □ 0,15–0,55*Ne*_н 29 % времени;
- □ 0,75-0,95*Ne*_н 29 % времени.

Таким образом, решение поставленной диагностической задачи сводилось к определению зависимости вида:

$$G_{\rm ry} = f(K_{\rm cy}),$$
 (5) которая в условиях принятой статистиче-

ской модели эквивалентна зависимости:

$$G_{\mathrm{Ty}} = f(m_{\mathrm{Cy}}),$$
 (6) где $G_{\mathrm{Ty}} = \sum_{i=1}^{m} (G_i \, a_i),$ здесь G_i — расход топлива на режиме $[M_{K_i}, n_i]; m_{\mathrm{Cy}}$ — математическое ожидание дымности на режиме СУ.



Суммарный среднестатистический расход топлива парком транспортных средств предприятия, приведённый к условному эксплуатационному режиму работы транспортного средства, определяется как:

$$G_{\rm TH} = G_{\rm Ty} A$$
, (7) где A — количество работающих дизельных транспортных средств в парке.

Для выявления зависимости (5) были организованы стендовые моторные исследования дизеля Д-240 [8] при различных комбинациях значений регулировочных параметров топливной аппаратуры, изменявшихся в диапазонах, характерных для реальной эксплуатации.

В результате этих исследований было получено уравнение:

$$G_{\rm тy} = 0.02\,K_{\rm cy} + 7.64\,,$$
 (8) которое позволяет по дымности отработавших газов в режиме свободного ускорения ($K_{\rm cy}$) диагностировать расход (или перерасход) топлива транспортными средствами применительно к конкретным условиям их эксплуатации.

Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 19 апреля 2010 года №26 было введено в действие Дополнение №8 к ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест», которым установлены ПДК для взвешенных частиц PM₁₀ и PM_{2.5} (табл. 2) [8]. Они не учитывают химический состав частиц.

Поскольку частицы дизельной сажи относятся именно к данному опасному размеру твёрдых частиц, нами были проведены диагностические экспериментальные исследования по выявлению локальных черезвычайных ситуаций сверхнормативного загрязнения ими воздуха непосредственно на автотранспортной магистрали. Методика диагностики предусматривала проведение непрерывных измерений РМ₁₀ и РМ_{2.5} при движении в потоке автотранспорта и измерений на тротуаре автомагистрали с движущимся автотранспортом. Для этого был использован оптический метод косвенного измерения концентрации частиц дизельной сажи лазерной спектрометрии с детектированием рассеянного света, реализованный в приборе DustTrak 8530 (изготовитель — TSI Inc., США) [4,8].

Диагностические исследования показали, что такие ЧС возможны не только по причине значительного количества в структуре транспортного потока автомобилей низкого экологического класса, но даже в том случае, если источником экологической опасности оказывается одно транспортное средство с аварийным (неисправным) дизельным двигателем.



Такие чрезвычайно опасные локальные ситуации можно наблюдать не только на дорогах и в городах России, но и за рубежом [2]. При непрерывных измерениях концентраций РМ на дороге периодически появляются пиковые значения концентраций, в три-пять раз превышающие устойчивое фоновое загрязнение, что обусловлено отмеченными выше причинами и турбулентными пульсациями воздушных масс в транспортном потоке.

Методика диагностики предусматривала проведение непрерывных измерений РМ₁₀ и РМ 2.5 при движении в потоке автотранспорта и измерений на тротуаре автомагистрали с движущимся автотранспортом

Как видно из рис. 2, нам удалось зафиксировать явление аномальной флуктуации в изменении концентрации РМ₁₀, физическая природа которого, как оказалось, была связана с проездом рядом с местом измерений дизельного грузовика с аварийным техническим состоянием двигателя, о чём свидетельствовал распространявшийся за ним шлейф плотного чёрного дыма. Анализ рис. 2 доказывает вероятность локального загрязнения воздуха РМ₁₀ на автомобильной дороге до уровней, в десятки раз превышающих организации непрерывной диагностики качества атмосферного воздуха непосредственно на проезжих частях автомобильных дорог.

Четвёртый уровень: участки городских магистралей, улиц, отдельные элементы улично-дорожной городской сети (УДС) и, в целом, вся УДС города, в пределах которых передвигаются автомобили с дизельными двигателями.

В процедурно-теоретическую основу разработанных нами в творческом содружестве с учёными и специалистами Главной геофизической обсерватории имени А.И. Воейкова, НИИ «Атмосферного воздуха», Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого инструментально-расчётных методов диагностики загрязнения атмосферы городов взвешенными в воздухе частицами дизельной сажи, положены реализации, в зависимости от конкретных задач (перекрёсток, магистраль, элемент УДС, город, метеорологические условия и т.п.) [4], численных решений уравнения атмосферной диффузии (9) для средних значений концентраций РМ q:

$$\begin{split} &\frac{\partial q}{\partial t} + u \frac{\partial q}{\partial x} + v \frac{\partial q}{\partial y} + w \frac{\partial q}{\partial y} = \\ &= \frac{\partial}{\partial x} k_x \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} k_y \frac{\partial q}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} k_z \frac{\partial q}{\partial z} - \alpha q, \ (9) \end{split}$$

где x и y — оси, расположенные в горизонтальной плоскости; z — ось по вертикали; t — время; u, v и w — составляющие средней скорости витания частиц сажи в стратифицированной атмосфере, соответственно, в направлениях осей x, y и z; k_x, k_y и k_z — горизонтальные и вертикальная составляющие коэффициента обмена; а — коэффициент, определяющий изменение концентрации за счёт физических процессов коагуляции и гравитационного оседания, вымывания частиц

Значения предельно допустимых концентраций твёрдых частиц

табл. 2 Nº п/п Наименование вещества Величина ПДК, мг/м3 макс. разовая среднесуточная среднегодовая 0,30 Взвешенные частицы РМ10 0.060 0.040 0,035* 0,025 Взвешенные частицы РМ2.5 0.16

^{* 99-}я процентиль



сажи осадками, оседания их на почве, поверхности водоёмов, объектов инфраструктуры, зданий и т.п. (с использованием программы «Эколог 4» фирмы «Интеграл», город Санкт-Петербург); с элементами нейронных сетевых математических аппроксимаций результатов и обучения моделей гетерогенными данными измерений автоматизированной системы мониторинга (АСМ) (работает в онлайн-режиме) Комитета по охране окружающей среды и природопользования правительства Санкт-Петербурга [9].

На рис. 1 в качестве примера практической реализации разработанного метода диагностики показана вероятная карта загрязнения атмосферы Санкт-Петербурга РМ10 дизельной сажи ОГ двигателей транспортных средств при сочетании неблагоприятных транспортных (часы пик) и метеорологических условий, способствующих накоплению РМ₁₀ (слабая ветровая нагрузка, наличие инверсий) в приземном слое атмосферы на уровне дыхания человека. Анализ данных рис. 1 показывает, что в окрестности оживлённых городских транспортных артерий при неблагоприятных условиях можно ожидать локальных мест загрязнения воздуха до уровня $5\Pi \Pi K_{MD}$.

Выводы

1. Предложена оригинальная методология, способствующая решению проблемы контроля глобальных, региональных и локальных угроз чрезвычайно опасного загрязнения воздушной атмосферы «чёрным» углеродом и снижения пожарного риска возгорания транспортных средств в эксплуатации путём разработки и внедрения в единую систему мониторинга наукоёмких методов технической диагностики реальных явлений и процессов их порождающих.

2. Разработан весь комплекс инструментально-расчётных средств диагностики иерархически связанных между собой физико-химических процессов: образования в первоисточнике (цилиндры дизеля), эмиссии (транспортные средства), миграции в стратифицированной атмосфере на локальном (магистраль), региональном (крупный город) и глобальном (включая Арктику) уровнях, частиц сажи («чёрного» углерода).

Предложена оригинальная методология, способствующая решению проблемы контроля глобальных, региональных и локальных угроз опасного загрязнения воздушной атмосферы «чёрным» углеродом

3. Продемонстрированы возможности положительной реализации разработанной инструментально-расчётной методологии для четырёх уровневой соподчинённой иерархии диагностических исследований. Первый уровень — рабочие процессы сгорания дизельных двигателей, как источников образования частиц сажи. Второй уровень — регенерируемые керамические сажевые фильтры и каталитические окислительные нейтрализаторы, в которых фильтруются и выжигаются частицы сажи с выделением большого количества тепла, способного спровоцировать возгорание транспортного средства. Третий уровень — двигатели и транспортные средства с дизельными двигателями, передвигающиеся в потоках городских магистралей, каждый из которых является передвижным источником выброса частиц сажи и одновременно источником вероятной пожарной

опасности в городе. Наконец, четвёртый уровень — участки городских магистралей, улиц, отдельные элементы уличнодорожной городской сети (УДС) и, в целом, вся УДС города, в пределах которых передвигаются автомобили с дизельными двигателями как источники негативного воздействия на окружающую среду и человека частиц сажи («чёрного» углерода). 4. Внедрение методологии в процесс диагностики загрязнения воздушной среды Санкт-Петербурга позволило выявить прецеденты ЧС: при неблагоприятных метеорологических условиях горожане испытывают закономерно повторяемый прессинг опасного воздействия сажи (до двигателями, а при аварийных технических неисправностях топливной аппаратуры или цилиндропоршневой группы (даже одного дизельного грузовика) возможны его возгорание от каталитических нейтрализаторов или сажевого фильтра и локальные загрязнения воздушной среды PM_{10} дизельной сажи отработавших но на самой автомагистрали.

- Quinn P.K., Stohl A., Arneth A., Berntsen T., Burkhart J.F., Christensen J., Flanner M., Kupiainen K., Lihavainen H., Shepherd M., Shevchenko V., Skov H., Vestreng V. The Impact of Black Carbon on Arctic Climate. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). 2011. Oslo. 72 p. Web-source: amap.no. Access data: January 10, 2019.
- Greenstone M., Qing C. Introducing the Air Quality Life Index. Twelve Facts about Particulate Air Pollution. Human Health and Global Policy. Air Quality Life Index. Report. November 2018. Web-source: aqli.epic.uchicago. edu. Access data: January 15, 2019.
- Ложкин В.Н. Исследование динамики и термических условий сажевыделения при сгорании распылённого топлива в цилиндрах дизелей: Дисс. канд. тех. наук по спец. 05.04.02. — Ленинград: ЛПИ, 1978. 172 с.
- Lozhkin V.N., Lozhkina O.V., Dobromirov V.N. A study
 of air pollution by exhaust gases from cars in well courtyards of St. Petersburg. 13th International Conference on
 Organization and Traffic Safety Management in Large
 Cities (SPbOTSIC 2018). Transportation Research Procedia. 2018. No. 36. Pp. 453–458.
- Baturin S.A., Lozhkin V.N., Keiser E. Experimentelle Flammen temperaturbestimmung in Zulinder schnelldrehender Diselmotoren. Kraftfahrzeugtechnik. 1979. No. 2.
- Осипов Д.В., Ложкина О.В., Гавкалюк Б.В. К теории пожаровзрывоопасного разогрева каталитических матриц нейтрализаторов, устанавливаемых в транспортных средствах //Проблемы управления рисками в техносфере, 2010. №1. С. 18–27.
- Осипов Д.В. Методика прогнозирования эффективности и пожарной безопасности нейтрализаторов транспортных средств: Дисс. канд. тех. наук по спец. 05.26.03. — СП6.: СП6 УГПС МЧС РФ, 2011. 183 с.
- Ложкин В.Н., Фомичев А.И., Ложкина О.В. Диагностика экологических и топливно-экономических показателей тракторных и автомобильных двигателей по дымности отработавших газов // Известия Международной академии аграрного образования, 2017. №35. С. 74-79.
- Lozhkina O.V., Lozhkin V.N., Nevmerzhitsky N.V., Tarhov D.A., Vasilyev A.N. Motor transport related harmful PM2.5 and PM10: from on-road measurements to the modelling of air pollution by neural network approach on street and urban level. Journal of Physics: Conference Series. 2016. Vol. 772. No. 1. Web-source: iopscience.iop. org. Access data: January 7, 2019.

References — see page 95.





Взаимозаменяемость теплозащиты ограждений в жилых зданиях и другие мероприятия по энергосбережению

Рецензия эксперта на статью получена 01.03.2019 [Expert review on the article received Mart 1, 2019].

Задача снижения энергопотребления зданий за счёт рационального выбора сопротивлений теплопередаче и научно обоснованных методов теплотехнического расчёта наружных ограждений при сохранении технико-экономических показателей объекта стоит на повестке дня уже достаточно давно. Различные подходы к исследованиям подобного рода рассматриваются в многочисленных работах ряда авторов, как отечественных, так и зарубежных, например, [1–7].

В последнее время, в связи с изменением отечественной нормативной базы в области теплозащиты и расчёта энергопотребления зданий, расширились возможности для снижения сопротивления теплопередаче несветопрозрачных ограждающих конструкций по сравнению с базовыми значениями, в том числе за счёт повышения теплозащиты заполнений светопроёмов. Это очень существению, поскольку при действующем уровне цен и тарифов дополнительная теплоизоляция является одним из наиболее затратных и медленно окупающихся энергосберегающих мероприятий, а жилые

здания занимают одно из основных мест в объёме нового строительства. Поэтому целесообразно выявить реально достижимые пределы снижения теплозащиты несветопрозрачных конструкций при соответствующем повышении сопротивления теплопередаче оконных блоков, в зависимости от конструктивных характеристик жилых зданий и параметров наружного климата, и оценить получаемый при этом экономический эффект. Особую актуальность данный вопрос приобретает в настоящее время, в связи с принятием Федерального закона №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...».

Расширились возможности для снижения сопротивления теплопередаче несветопрозрачных ограждающих конструкций по сравнению с базовыми значениями, в том числе за счёт повышения теплозащиты заполнений светопроёмов

УДК 697.1. Научная специальность: 05.23.03.

Взаимозаменяемость теплозащиты ограждений в жилых зданиях и другие мероприятия по энергосбережению

Олег Д. Самарин, к.т.н., доцент; Ольга И. Балобанова, студент магистратуры; Александра М. Маланьина, студент магистратуры, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Рассмотрена существующая ситуация с нормированием энергопотребления жилых и общественных зданий в России и основы отечественных и зарубежных предложений по сокращению энергозатрат при строительстве и эксплуатации гражданских и промышленных объектов различного назначения. Представлен расчёт энергетических показателей группы жилых зданий с использованием понятия удельной теплозащитной характеристики. Выявлены пределы взаимозаменяемости несветопрозрачных и светопрозрачных наружных ограждений здания по уровню их теплозащиты. По результатам технико-экономической оценки определён оптимальный уровень повышения сопротивления теплопередаче оконных блоков, в зависимости от удельной стоимости теплоизоляционного материала в ограждающих конструкциях. Изложены дополнительные направления по энергосбережению при реконструкции существующего жилого фонда в Московском регионе и представлены некоторые результаты реализации соответствующей государственной программы.

Ключевые слова: энергопотребление, теплозащита, теплоизоляция, оконный блок, взаимозаменяемость.

UDC 697.1. Number of scientific specialty: 05.23.03.

Mutual substitution of thermal protection of external enclosures in residential buildings and other energy saving measures

Oleg D. Samarin, PhD, Associate Professor; **Olga I. Balobanova**, graduate student; **Aleksandra M. Malanyina**, graduate student, National Research University Moscow State of Civil Engineering (NRU MGSU)

The current situation with the regulation of energy consumption of residential and public buildings in Russia and the basis of domestic and foreign proposals to reduce energy costs in the construction and operation of civil and industrial facilities for various purposes are considered. The calculation of energy indicators of a group of residential buildings using the concept of specific thermal performance of a building is presented. The limits of interchangeability of non-translucent and translucent external barriers of the building on the level of their thermal protection are revealed. According to the results of technical and economic evaluation, the optimal level of increasing the resistance to heat transfer of window blocks depending on the specific cost of the thermal insulation material in the enclosing structures was determined. Additional directions on energy saving during reconstruction of the existing housing stock in the Moscow region are stated and some results of realization of the corresponding state program are presented.

Key words: energy consumption, thermal performance, thermal insulation, window unit, mutual substitution.

Данный вопрос рассматривался ранее в работе [8] на примере одного объекта общественного назначения. Чтобы получить более статистически достоверные результаты, были проведены расчёты для 13 жилых зданий высотой от пяти до 20 этажей по типовым и индивидуальным проектам. Для использования в качестве исходных данных были определены по чертежам их геометрические характеристики: площади наружных ограждений A_i [м²] и отапливаемый объём зданий $V_{\rm от}$, м³. Расчёт производился для различных климатических условий, которые представлены в табл. 1.

В данной таблице $\Gamma CO\Pi$ — градусосутки отопительного периода; $t_{\rm B}$ — средняя температура внутреннего воздуха в здании; $t_{\rm ot}$ — средняя температура наружного воздуха за отопительный пе-



табл. 1

pprox Результаты расчёта $\Gamma CO\Pi$ для различных климатических условий

Город	t _B , °C	$t_{ m ot}$, °C	$z_{ m or}$, сут.	$\Gamma CO\Pi$, К-сут.
Краснодар	20	2,5	145	2538
Москва	20	-2,2	205	4551
Новосибирск	20	-8,1	221	6210

Связь между коэффициентами $m_{\rm p}$ ограждений здания при постоянстве $k_{\rm o6}$ табл. 2

		-								
Город	Коэффициент	Значения								
Краснодар	$m_{ m p}$ для окон	1,0	1,050	1,100	1,150	1,200	1,250	1,300	1,350	1,400
	$m_{ m p}$ для НС и ПК	1,0	0,930	0,874	0,829	0,791	0,760	0,733	0,709	0,689
Москва	$m_{ m p}$ для окон	1,0	1,050	1,100	1,150	1,200	1,250	1,300	-	-
	$m_{ m p}$ для НС и ПК	1,0	0,909	0,840	0,785	0,741	0,705	0,674	-	-
Новосибирск	$m_{ m p}$ для окон	1,0	1,050	1,100	1,150	1,200	-	-	-	-
	$m_{ m p}$ для НС и ПК	1,0	0,892	0,813	0,752	0,703	-	-	-	-

риод; $z_{\rm ot}$ — продолжительность отопительного периода. Значения $t_{\rm ot}$ и $z_{\rm ot}$ принимались по данным СП 131.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-01–99 "Строительная климатология"» (далее — СП 131), а величина $t_{\rm b}$ во всех случаях считалась равной $+20\,^{\circ}$ С по требованиям ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

Нормируемое значение приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $R_{\rm o}^{\rm Hopm}$ [(м²·К)/Вт] определяется по формуле:

$$R_{\rm o}^{\rm HOPM} = R_{\rm o}^{\rm TP} m_{\rm p}$$
,

в соответствии с СП 50.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий"» (далее — СП 50), где $R_{\rm o}^{\rm Tp}$ — базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи ограждающей конструкции [(м²-К)/Вт], определённое по табл. 3 СП 50 через величину Γ СОП для каждого района строительства; $m_{\rm p}$ — региональный коэффициент, минимальный уровень которого со-

ставляет 0,63 для наружных стен, 0,95 — для светопрозрачных конструкций и 0,8 пля всех остальных.

Первоначально в расчётах принимается $m_{\rm p}=1$. Чтобы допустить его снижение, необходимо, чтобы удельная теплозащитная характеристика здания $k_{\rm o6}$ [Вт/ (м³-К)] не превышала нормируемого значения $k_{\rm o6}^{\rm TP}$ (пункт 5.2 СП 50). Параметр $k_{\rm o6}$ по физическому смыслу является произведением общего коэффициента теплопередачи оболочки здания $K_{\rm o6m}$ [Вт/(м²-К)] и коэффициента компактности здания $K_{\rm комп}$, м $^{-1}$. Требуемая теплозащитная характеристика рассчитывается в зависимости от $\Gamma CO\Pi$ и $V_{\rm oT}$ по формуле, приведённой в СП 50 для $V_{\rm oT} > 960$ м 3 :

$$k_{\text{o6}}^{\text{TP}} = \frac{0.16 + \frac{10}{\sqrt{V_{\text{oT}}}}}{0.00013 \, \Gamma CO\Pi + 0.61}.$$
 (1)

Постоянство условия $k_{06} \le k_{00}^{\rm TP}$ позволяет устанавливать связь между нормируемыми сопротивлениями теплопередаче отдельных ограждений (несветопро-

зрачных конструкций и окон), показывая, насколько можно уменьшить одно из них при увеличении другого. Так как в формуле (1) $R_0^{\rm Tp}$ изначально рассчитывается по базовым значениям, то для снижения $R_0^{\rm Hopm}$ несветопрозрачных ограждений необходимо снизить для них коэффициенты m_p — конечно, в пределах их минимальных значений, при этом увеличивая m_p заполнения светопроёмов. Поскольку рассматриваемые жилые здания имеют разные геометрические характеристики и этажность, то и предел увеличения коэффициента m_p для окон в каждом случае индивидуален. Для климатических

Чтобы получить более статистически достоверные результаты, были проведены расчёты для 13 жилых зданий высотой от пяти до 20 этажей по типовым и индивидуальным проектам. Для использования в качестве исходных данных были определены по чертежам их геометрические характеристики

условий Краснодара его максимальный уровень составил $m_{\rm p}=1,7~(70~\%)$, для Москвы $m_{\rm p}=1,45~(45~\%)$ и для Новосибирска $m_{\rm p}=1,4~(40~\%)$.

Для упрощения дальнейших вычислений было принято, что требуемые по условию постоянства k_{06} значения $m_{\rm p}$ для наружных стен и покрытия (НС и ПК) одинаковы, поэтому их поведение в зависимости от принимаемого $m_{\rm p}$ для окон можно рассчитать. В табл. 2 приведены данные для одного из использованных жилых зданий в качестве примера.

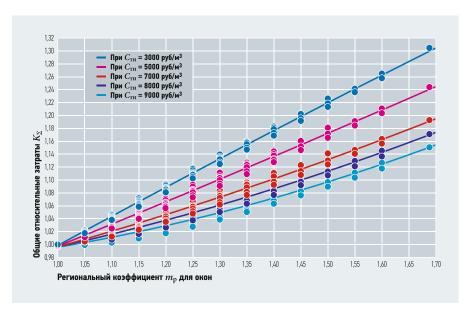


Рис. 1. Связь между коэффициентом $m_{
m p}$ для окон и суммарными относительными затратами на устройство ограждений зданий для условий Краснодара

В качестве теплоизоляционного материала используем минераловатные плиты «Технофас» теплопроводностью $\lambda_{\rm TH}=0,042$ Вт/(м·К) для условий эксплуатации Б. Принимаем коэффициенты теплотехнической однородности для стены $r_{\rm HC}=0,7$; для покрытия и перекрытия над подвалом $r_{\rm TIT}=r_{\rm TIJ}=0,95$. Капитальные затраты на теплоизоляцию $K_{\rm TII}$ [руб.] рассчитываются исходя из объёма теплоизоляционного материала в конструкциях $V_{\rm TII}$ [м³] и величины его удельной стоимости $C_{\rm TII}$, руб/м³.

Анализ цен на строительном рынке показывает, что величина $C_{\rm TH}$ в зависимости от качества материала и конкретного производителя на конец 2018 года может меняться в диапазоне от 3000 до 9000 руб/м³, а также позволяет описать связь удельной стоимости светопрозрачных конструкций от их теплозащитных свойств в следующем виде [9]:

$$K_{\text{ок.уд}} = 10\,000\sqrt[3]{R_{\text{ок}}^2}$$
, py6/м².

Исходя из этого капитальные затраты на установку окон $K_{\rm ok}$ [руб.] во всём здании будут рассчитываться как произведение $K_{\rm ok,yg}$ и площади окон $A_{\rm ok}$. Тогда общие капитальные затраты будут являться суммой $K_{\rm tu}$ и $K_{\rm ok}$.

Так как объём теплоизоляционного материала и площади оконных блоков являются постоянными величинами, то итоговые капитальные затраты будут зависеть от стоимости теплоизоляции. В данной работе были рассмотрены пять вариантов стоимости теплоизоляционного материала в указанном выше диапазоне. Для повышения наглядности графиков полученные в рублях цены были переведены в условные единицы относительно общих капитальных затрат на материалы при $m_p = 1$ для окон и $m_p = 1$ для наружных стен и покрытия.

климатическими условиями целесообразнее принимать первоначальный вариант с $m_p = 1$ для всех ограждений.

По графикам на рис. 2 и 3 можно заметить, что для умеренной и более высоких $C_{\rm TU}$ уже существуют некоторые оптимальные значения $m_{\rm p}>1$ у окон и, соответственно, $m_{\rm p}<1$ у стен и покрытия, при которых суммарные затраты на устройство наружных ограждений оказываются наименьшими. Наиболее заметно это из графика для условий Новосибирска, который имеет самое высокое значение $\Gamma CO\Pi$ из рассматриваемых территорий. Таким образом, при проектирования жилых зданий в городах с суровыми климатическими условиями и при более дорогостоящем применяемом теплоизоляционном

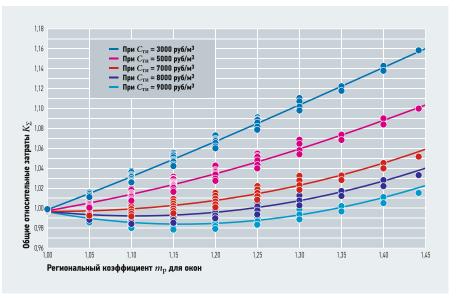


Рис. 2. Связь между коэффициентом $m_{\rm p}$ для окон и суммарными относительными затратами на устройство ограждений зданий для условий Москвы

На рис. 1, 2 и 3 показаны результаты расчётов изменения суммарных условных капитальных затрат на теплоизоляционные материалы и заполнения светопроёмов для всех жилых зданий и вариантов стоимости материалов, в относительных единицах, от принимаемого уровня $m_{\rm p}$ для окон. Маркерами отмечены значения, полученные для конкретных объектов, а сплошными линиями — аппроксимирующие зависимости.

Из рис. 1 видно, что при любой стоимости теплоизоляционного материала кривые не имеют минимума. Это означает, что допрасходы на установку остекления с более высокими теплозащитными свойствами в этом случае оказываются выше, чем достигаемая экономия за счёт сокращения объёма теплоизоляции. По-видимому, это можно объяснить невысоким значением $\Gamma CO\Pi$ для Краснодара, поэтому для районов с более благоприятными

материале выгоднее становится установка энергоэффективного остекления.

В то же время в ряду технологий, которые дают наиболее значимый энергосберегающий эффект, эксперты называют и модернизацию теплозащиты зданий. Затраты тепловой энергии снижаются при проведении капитальных ремонтов жилых и общественных зданий с осуществлением работ по утеплению наружных стен, окон с применением современных теплоизоляционных материалов.

Однако при этом срок окупаемости дополнительного утепления ограждающих конструкций в ряде случаев составляет 25–35 лет и более. Кроме того, утеплять стены выше сопротивлений теплопередачи, характерных для строительства в 1970-е и 1980-е годы (сверх уровня $R_{\rm o}=1,1-1,5~{\rm m}^2\cdot{\rm K/BT}$) практически не имеет смысла, так как это уже почти не даёт необходимой экономии. В то же время

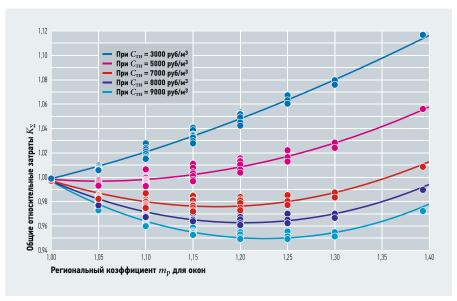


Рис. 3. Связь между коэффициентом $m_{\rm P}$ для окон и суммарными относительными затратами на устройство ограждений зданий для условий Новосибирска

при проведении капремонтов значительные государственные средства были потрачены на повышение теплозащиты. Но не всегда задачу энергосбережения можно решить данным способом, для этого нужен комплексный подход [9]. Зачастую неплохой энергетический эффект получается от модернизации инженерных систем зданий. В частности, можно говорить об автоматизации и модернизации центральных тепловых пунктов.

В качестве примера можно привести данные Московской объединённой энергетической компании (МОЭК) [10]. Во время выполнения программы энергосбережения МОЭК по повышению энергоэффективности систем теплоснабжения в соответствии с постановлением правительства Москвы от 28 октября 2008 года №1012 «О городской целевой программе "Энергосбережение в городе Москве на 2009–2011 годы и на перспективу до 2020 года"» были выполнены слелующие работы:

1. Перекладка 2370 км магистральных и 2340 км разводящих сетей с использованием современных технологии бесканальной прокладки теплопроводов в изоляции из пенополиуретана (ППУ); изоляции с системой оперативно-дистанционного контроля (ОДК) увлажнения изоляции. Благодаря такой технологии удаётся существенно снизить эксплуатационные издержки на обслуживание тепловых сетей и повысить долговечность трубопроводов до 30-40 лет. Для сравнения можно отметить, что при традиционных подходах он ограничивается, как правило, всего 8-12 годами. При этом наиболее важной была признана реконструкция сетей с трубами малого диаметра, как наименее надёжных, поскольку до 96% аварийных случаев относится именно к ним. Однако в силу большой

протяжённости сети доля трубопроводов в ППУ составляет на сегодняшний день всего около 30%.

2. Реконструировано и автоматизировано 10104 тепловых пунктов. На объектах были внедрены узлы учёта тепловой энергии, а также установлены частотные преобразователи на насосы систем отопления и ГВС. Это позволило усовершенствовать погодозависимое регулирование подачи теплоты на нужды отопления в тепловых пунктах. Теперь заданный температурный график в системах поддерживается в соответствии с фактическими текущими наружными температурами. При этом регуляторы автоматически корректируют выбранный график. Осуществлена также замена кожухотрубных теплообменников на пластинчатые, у которых значительно лучше показатели, связанные с компактностью и коэффициентом теплопередачи. Благодаря автоматизации и реконструкции тепловых пунктов система теплоснабжения становится очень гибкой и имеет возможность подстраиваться под климатические параметры, что даёт существенную экономии ресурсов.

3. Произведена оптимизация схем теплоснабжения. Ликвидирована бо́льшая часть открытых систем теплоснабжения с элеваторным узлом из-за отсутствия или несовершенства приборов автоматического регулирования. Одновременно удалось, по крайней мере частично, заменить цен-

Благодаря технологии бесканальной прокладки теплопроводов в изоляции из пенополиуретана удаётся существенно снизить эксплуатационные издержки на обслуживание тепловых сетей и повысить долговечность трубопроводов до 30—40 лет

тральные тепловые пункты (ЦТП), служащие для организации централизованного горячего водоснабжения по четырёхтрубной схеме, на индивидуальные водоподогреватели в каждом здании. Произведена замена устаревшего оборудования (арматура, грязевики, насосы) и трубопроводов. В некоторых домах изменена система отопления, а именно — осуществлён переход с однотрубной на двухтрубную. В новостройках стали применять лучевую схему отопления, так как она является наиболее простой и удобной в регулировании теплового потока.

Таким образом, можно прийти к выводу, что относительно малозатратные и быстроокупаемые энергосберегающие мероприятия, к которым относится в том числе и модернизация тепловых пунктов [9], способны дать заметный экономический эффект даже в рамках одной энергетической компании в одном городе. Поэтому несомненно, что использование данного опыта в более широких масштабах территории Российской Федерации даст возможность добиться существенного снижения общего энергопотребления и тем самым хотя бы в некоторой степени приблизить удельные энергозатраты на обеспечение функционирования инженерных систем зданий к уровню, характерному для других стран. •

- Гагарин В.Г., Пастушков П.П. Об оценке энергетической эффективности энергосберегающих мероприятий // Инженерные системы. АВОК-Северо-Запад, 2014. №2. С. 26–29.
- Гагарин В.Г., Дмитриев К.А. Учёт теплотехнических неоднородностей при оценке теплозащиты ограждающих конструкций в России и европейских странах // Строительные материалы, 2013. №6. С. 14–16.
- 3. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Теоретические предпосылки расчёта приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // Строительные материалы, 2010. №12. С. 4–12.
- Кривошеин А.Д. К вопросу о проектировании тепловой защиты светопрозрачных и непрозрачных конструкций [Электр. ресурс]. Портал «Окна. Двери. Фасалы». Режим доступа: odf.ru. Дата обращ.: 28.02.2016.
- Friess W.A., Rakhshan K., Hendawi T.A., Tajerzadeh S. Wall insulation measures for residential villas in Dubai: A case study in energy efficiency. Energy and Buildings. 2012. No. 44. Pp. 26–32.
- Paiho S., Abdurafikov R., Hoang H. Cost analyses of energy-efficient renovations of a Moscow residential district. Sustainable Cities and Society. 2015. No. 14. Pp. 5–15.
- Tae Sup Yun, Yeon Jong Jeong, Tong-Seok Han, Kwang-Soo Youm. Evaluation of thermal conductivity for thermally insulated concretes. Energy and Buildings. 2013. No. 61. Pp. 125–132.
- Самарин О.Д. Применение удельной теплозащитной характеристики здания для выявления взаимозаменяемости ограждений по уровню теплозащиты / Сб. докл. V Межд. науч.-техн. конф. «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентилящии». — М.: Изд-во МИСИ-МГСУ, 2013. С. 73–77.
- 9. Самарин О.Д. Вопросы экономики в обеспечении микроклимата зданий. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Изд-во АСВ, 2015. 136 с.
- Макотрина Л.В., Селех Е.В. Энергосбережение в центральных тепловых пунктах // Вестник ИрГТУ, 2012.
 №7. С. 120–125.

References — see page 95.



Технология проведения сва-рочных аварийно-ремонтных работ на теплотрассах, водоводах и других объектах в условиях Крайнего Севера

Рецензия эксперта на статью получена 15.02.2019 [Expert review on the article received February 15, 2019].



Резервуары противопожарного запаса воды РВС (3000 м³) компании ПАО «Транснефть»

Введение

Проведение сварочных работ при аварийных ремонтах теплотрасс, водоводов, стальных колодцев, стальных резервуаров для систем пожаротушения довольно часто приходится производить в зимнее время года и в условиях Крайнего Севера. Влияние отрицательных температур, частых снегопадов, сопровождаемых сильными ветрами, при устранении аварийных ситуаций — явление обычное. Останавливать сварочные работы в аварийных ситуациях просто нельзя. Подготовленные под сварку поверхности также нельзя оставлять без внимания даже на короткое время. Укрытия, которые в таких условиях можно быстро развернуть, не могут гарантированно защитить подготовленное для сварки место. Также не всегда представляется возможным уберечь основание и место сборки от осадков при использовании грузоподъёмной техники. Даже небольшое количество дождя или снега, попадающее под листы днища ремонтируемого колодца или резервуара, отрицательно влияет на качество сварного соединения. При проведении ремонтно-сварочных работ очень важно полное исключение влияния влаги на сварочный процесс. В сварочной дуге водяной пар разлагается на кислород и водород. При этом последний наиболее

активно вступает в реакцию со сталью. Это крайне отрицательно влияет на качество сварного соединения [1–8], а практически приводит к браку. По этой причине предусматривается тщательная просушка мест сварки [9]. В реальных ситуациях полностью удалить влагу методом прогрева из-под листов, подготовленных под сварку, практически невозможно.

В настоящей статье авторы описывают технологию исключения влияния влаги на сварочный процесс при проведении аварийно-ремонтных сварочных работ в зимнее время и в условиях Крайнего Севера. Сущность метода защиты подготовленных для сварки мест заключается в использовании портландцемента в качестве адсорбента влаги с основания, на котором производится сварка.

Для изучения и отработки такой методики нашей группой были проведены нижеописанные эксперименты.

В сварочной дуге водяной пар разлагается на кислород и водород, который активно вступает в реакцию со сталью. Это крайне отрицательно влияет на качество сварного соединения, а практически приводит к браку

УДК 628.14. Научная специальность: 05.23.04.

Технология проведения сварочных аварийно-ремонтных работ в условиях Крайнего Севера

Валерий А. Шорин, инженер по качеству службы строительного контроля, компания 000 «Химсталькон-Инжиниринг»; Юрий Л. Крючков, ведущий инженер, компания 000 «Транснефть Надзор»; Александр В. Рябов, руководитель департамента контроля качества, компания 000 «Химсталькон-Инжиниринг»; Евгений П. Васильев, Отдел капитального строительства, компания АО «Транснефть-Прикамье»

В статье приводится описание метода проведения сварочно-ремонтных работ в неблагоприятных условиях Крайнего Севера при ремонте вертикальных стальных резервуаров противопожарного назначения. Целью работы является исключение влияния водяных паров на качество сварного соединения.

Ключевые слова: исключение отрицательного влияния водяных паров на качество сварного соединения, использование портландцемента в качестве адсорбента влаги, надёжная защита сварочного процесса.

UDC 628.14. Number of scientific specialty: 05.23.04.

Technology of welding emergency repair work in the conditions of the Far North

Valery A. Shorin, Quality Control Engineer for Construction Control, "Himstalcon-Ingenering", LLC; Yury L. Kryuchkov, Lead Engineer, "Transneft Supervision", LLC; Alexander V. Ryabov, Head of the Quality Control Department, "Himstalcon Engineering", LLC; Evgeny P. Vasilyev, Capital construction department, "Transneft-Prikamie". JSC

The article describes the method of welding and repair work in adverse conditions of the Far North in the repair of vertical steel tanks for fire-fighting purposes. The aim of the work is to eliminate the influence of water vapor on the quality of the welded joint.

Key words: exclusion of the negative effect of water vapor on the quality of the welded joint, the use of Portland cement as a moisture adsorbent, reliable protection of the welding process.



:: Фото 1. Сварные швы, получившиеся в эксперименте №1. Результат неудовлетворительный

Опыт №1

На искусственно подготовленный слой грунта насыпался слой снега высотой до 5 мм и сметался щёткой. После этого слой оставался толщиной не более 0,5 мм — такого достаточно для образования водяных паров. Сверху укладывались подготовленные для сварки образцы (стальные листы толщиной 8 мм из стали марки 09Г2С) и на расстоянии 200 мм в стороны место для сварки прогревалось пропановой горелкой до температуры +150°С, затем проводилась сварка образцов.

По результатам проведённого визуально измерительного контроля (ВИК) сварной шов имел множество пор и был непригоден к эксплуатации (фото 1).

Причиной дефектов является образование водяных паров, выделяющихся из-под образца, которые попадали в сварочную дугу.

Опыт №2

На вновь нанесённый слой снега высотой до 5 мм и сметённый до остаточного слоя не более 0,5 мм насыпался слой портландцемента высотой 1,0–1,5 мм с отступлением от места сварки на 150 мм в стороны. Последнее исключало попадание отдельных мельчайших частиц в сварочную ванну. Укладывались подготовленные для сварки образцы. Следует заметить, что технология сварки листов днища встык обязательно предусматривает использование подкладных пластин. В данной ситуации это также создаёт дополнительную защиту сварочной ванны.

На расстоянии 200 мм в стороны от подготовленного для сварки места производился прогрев пропановой горелкой до температуры +150°С. После этого образцы сваривали.

Испытания проходили при отрицательных температурах от -17 до -25 °C. При этом применялись инвентарные палатки (укрытия от ветра и осадков).

Портландцемент — вещество гигроскопичное, а при соединении с влагой начинается химическая реакция гидрации, которая надёжно перехватывает остатки влаги, выделяемые из под листов при сварке. Портландцемент по своим физическим свойствам как нельзя лучше подходит для таких целей. Отметим, что наиболее целесообразно применение цементов низких марок (М-100, М-200). Дело в том, что в цементы высоких марок для увеличения срока хранения добавляют вещества, которые снижают способность цементов адсорбировать водяные пары.

По результатам визуального измерительного контроля (ВИК) сварной шов был пригоден к эксплуатации (фото 2). Также хорошее качество сварного шва было подтверждено методом вакуумирования, которое проводились в отапливаемом помещении при температуре +17°C.

Иные испытания при сварке листов днища ГОСТом и СНиПом не предусматриваются.

Использование портландцементов в качестве вещества, адсорбирующего воду для обеспечения качества сварочных работ, в соответствующей литературе [1–9] не встречается. Проведённые опыты показали, что применение такого способа гарантированно исключает влияние влаги на сварочный процесс. Этот метод особенно актуален при монтаже днищ вертикальных стальных резервуаров пожарного назначения в условиях Крайнего Севера.

Вывод

Нанесение цементного покрытия поверх гидрофобного слоя перед раскладкой стальных листов для монтажа днищ резервуаров в условиях Крайнего Севера целесообразно в связи с часто меняющимися погодными условиями. Предлагаемая технология весьма результативна. •

- 1. Фролов В.В. Поведение водорода при сварке плавлением. М.: Машиностроение, 1966. 151 с.
- 2. Невилль А.М. Свойства бетона. Пер. с англ. В.Д. Парфенова и Т.Ю. Якуб. М.: Стройиздат, 1972. 344 с.
- Алексеев Б.В. Технология производства цемента. М.: Высшая школа. 1980. 266 с.
- 4. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. М.: Изд-во литературы по строительству, 1963. 563 с.
- 5. Староверов И.Г. Справочник проектировщика. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1976. 505 с.
- 6. Моисеенко В.П. Материалы и их поведение при сварке. М.: Феникс, 2009. 301 с.
- Martens A. Handbuch der Materialienkunde für den Maschinenbau (Учебник по технологии материалов для инженеров-механиков. Ч. 1: Исследования материалов). Berlin. Julius Springer. 1898. [На нем. языке]
- 8. Martens A., Heyn E. Handbuch der Materialienkunde für den Maschinenbau (Учебник по технологии материалов для инженеров-механиков. Ч. 2: Важнейшие свойства материалов и сплавов). Berlin. Julius Springer. 1912. [На нем. языке]
- РД 25.160.10-КТН-015-15. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Сварка при строительстве и ремонте стальных вертикальных резервуаров. Ч. 1: Технологии сварочномонтажных работ. — М.: ПАО «Транснефть».

References — see page 95.





:: Фото 2. Сварные швы, получившиеся в эксперименте №2. Результат удовлетворительный

BIM-CONFERENCE

Application of BIM-, BIM- and CFD-technologies for design, construction and operation of an energy-efficient house. Pp. 36-42.

Ildar A. Sultanguzin, Doctor of Technical Sciences, Professor (1); Dmitry A. Kruglikov, master (1); Tatiana V. Yatsyuk, Engineer-Architect (2); Ivan D. Kalyakin, postgraduate student (1); Yuri V. Yavorovsky, PhD, Head of the Department of Industrial Heat and Power Systems (1); Alexey I. Bartenev, master (1); Alexander V. Govorin, postgraduate student (1); Ekaterina V. Zhigulina, PhD, Associate Professor (1); Valery G. Khromchenkov, Senior Lecturer; (1) — National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (NRU "MPEI"); (2) — "Project consulting Agency "Assistance", LLC

- Fajst V. Osnovnye polozhenija po proektirovaniju "passivnyh" domov [The main provisions for the design of "passive" houses]. Moscow. Kontiprint ["Contiprint", LLC]. 2015. 144 p.
- Feist W., Schnieder J. Energy efficiency a key to sustainable housing. European Physical Journal. Special Topics. 2009. Vol. 176. Pp. 141–153.
- Feist W., Schnieders J., Dorer V., Haas A. Re-inventing air heating: Convenient and comfortable within the frame of the Passive House concept. Energy and Buildings. 2005. Vol. 37. Pp. 1186–1203.
- 4. Schütz W. Energy saving regulations in Germany, history status future. 3. Ingenieurtag 2016 der Fakultät Maschinenbau, Elektro- und Energiesysteme GUS und Osteuropatag. NESEFF-Netzwerktreffen 2016. Tagungsband. Brandenburgische Technische Universitat Cottbus-Senftenberg. November 14–15, 2016. Pp. 167–173.
- Brodach M.M., Livchak V.I. Zdanie s blizkim k nulevomu jenergeticheskim balansom [Building with energy balance close to zero]. AVOK [The Non-commercial partnership "Engineers for heating, ventilation, air conditioning, heat supply and construction thermal physics"]. 2011. No. 5.
- Elohov A.E. "Passivnye" zdanija. Sravnitel' nyj analiz metodik rascheta ["Passive" buildings. Comparative analysis of calculation methods]. Zdanija vysokih tehnologij [The "High-tech buildings" Magazine]. The summer of 2013. Pp. 36–44.
- Shilkin N.V. Zdanija s nulevym jenergopotrelieniem. Vozmozhnosti i perspektivy [Buildings with zero power consumption. Opportunities and prospects]. Jenergosberezhenie [The "Energy saving" Magazine]. 2015. No. 7. Pp. 4–6.
- Tabunshhikov Ju.A., Brodach M.M. Matematicheskoe modelirovanie i optimizacija teplovoj jeffektivnosti zdanij [Mathematical modeling and optimization of thermal efficiency of buildings]. Moscow. AVOK-Press [The Publishing House of the Non-commercial partnership "Engineers for heating, ventilation, air conditioning, heat supply and construction thermal physics"]. 2002. 194 p.
- Sultanguzin I.A., Javorovskij Ju.V., Zhigulina E.V., Kaljakin I.D., Govorin A.V., Krolin A.A., Guzhov S.V. Razvitie sistemy jenergosnabzhenija studgorodka MJel na osnove koncepcii "zelenogo" stroitel'stva [The development of the power supply system of the campus of NRU "MPEI" on the basis of the concept of "green" construction]. Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.) [The Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]. 2018. No. 1. Pp. 106–109.
- Nikolaev B.A. Pervyj aktivnyj dom [The first active home]. Tochka opory ["The fulcrum" Magazine]. 2015. No. 198.
- BP Statistical Review of World Energy. June 2017. Pureprint Group Limited. London, UK. 2017. 49 p.
- Kryshov S.I., Kuriljuk I.S. Problemy jekspertnoj ocenki teplovoj zashhity zdanij [The problems of expert assessment of thermal insulation of buildings]. Zhilishhnoe stroitel'stvo [The "Housing construction" Magazine]. 2016. No. 7. Pp. 3–5.
- 13. Rifkin Dzh. Tret'ja promyshlennaja revoljucija: Kak gorizontal'nye vzaimosvjazi menjajut jenergetiku, jekonomiku i mir v celom [The third industrial revolution: how horizontal relationships change energy, the economy and the world as a whole]. Moscow. Al'pina non-fikshn [The "Alpina non-fiction" Publishing House]. 2015. 410 p.
- 14. Metodika rascheta zhiznennogo cikla zhilogo zdanija s uchetom stoimosti sovokupnyh zatrat [The method of calculating the life cycle of a residential building, taking into account the cost]. Moscow. NOPRIZ [National Association of Prospectors and Designing Engineers]. 2014. 72 p.
- 15. Talapov V.V. Zhiznennyj cikl zdanija i ego svjaz' s vnedreniem tehnologii BIM [The life cycle of the building and its relationship with the introduction of BIM technology]. Portal "Stroitel'nyj Jekspert" [The "Construction Expert" Portal]. Web-source: ardexpert.ru. Published: January 20, 2017. Access data: Mart 11, 2019.
- 16. Govorin A.V., Sultanguzin I.A. Jenergojeffektivnyj zhiloj dom s minimal'nym potrebleniem jenergii ot vneshnih setej (Ashukino, Moskovskaja oblast') [Energy efficient residential building with minimal power consumption from external networks (Ashukino, Moscow region)]. Mat. II Klimaticheskogo Foruma gorodov Rossii "Vozobnovljaemaja jenergetika: budushhee rjadom" [Proc. of the II Climate Forum of Russian Cities "Renewable Energy: the Future is Near"]. Moscow. VDNH [Exhibition of Achievements of the National Economy in Moscow]. 2018. Pp. 18–21.
- Gabriel' I., Ladener H. Rekonstrukcija zdanij po standartam jenergojeffektivnogo doma [Reconstruction of buildings in accordance with the standards of an energy-efficient home].
 St. Petersburg. Izd-vo "BHV-Peterburg" [The "BHV-Petersburg" Publishing House]. 2011.
 480 D.
- 18. Djej K. Mesta, gde obitaet dusha: Arhitektura i sreda kak lechebnoe sredstvo [Places where the soul lives: Architecture and environment as a healing tool]. Transl. from English by V.L. Glazychev. Moscow. Izd-vo "Lad'ja" [The "Ladya" Publishing House]. 2000. 280 p.
- Lequenne Ph., Rigassi V. Habitat passif et basse consommation. France, 2011. 221 p. [In French]
- Sultanguzin I.A., Kalyakin I.D., Govorin A.V., Khristenko B.A., Yavorovsky Yu.V. Optimization of the energy efficient active house.
 Ingenieurtag 2016 der Fakultät Maschinenbau, Elektro- und Energiesysteme GUS und Osteuropatag. NESEFF-Netzwerktreffen 2016.
 Tagungsband. Brandenburgische Technische Universitat Cottbus-Senftenberg. November 14–15, 2016. Pp. 8–12.

BIM-CONFERENCE

- 21. Sultanguzin I.A., Shjutc U., Kaljakin I.D., Govorin A.V., Javorovskij Ju.V., Zhigulina E.V., Hromchenkov V.G., Malahova A.A., Lancke B., Damen A. Raschet, stroitel'stvo i obsledovanie fasada jenergojeffektivnogo doma [Calculation, construction and inspection of the facade of an energy-efficient home]. Stroitel'stvo i rekonstrukcija [The "Construction and reconstruction" Magazine]. 2017. No. 4. Pp. 110–118.
- Shuvalov D.G., Turkov O.Zh., Kruglikov D.A., Sultanguzin I.A., Rudomazin V.V. Jenergojeffektivnye sistemy ventiljacii zdanija s rekuperaciej tepla [Energy efficient building ventilation systems with heat recovery]. Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.) [The Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]. 2018. No. 9. Pp. 88–96.
- Sultanguzin I.A., Toepfer H., Kalyakin I.D., Govorin A.V., Zhigulina E.V., Kurzanov S.Yu., Yavorovsky Yu.V. Mathematical modeling and control system of nearly zero energy building. Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Šrodowiska. 2018. No. 2. Pp. 21–24
- 24. Abdullin V.V., Shnajder D.A., Kurzanov S.Ju., Javorovskij Ju.V. Ispol'zovanie tehnologii "interneta veshhej" v otoplenii zdanij: uprezhdajushhee upravlenie, raspredelennyj monitoring, intellektual'naja balansirovka [The use of technology "Internet of Things" in heating buildings: proactive management, distributed monitoring, intelligent balancing]. Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.) [The Journal of Plumbing, Heating. Ventilation]. 2018. No. 8. Pp. 54–58.
- 25. ANSYS Fluent 14.0. Theory Guide. ANSYS, Inc. Southpointe. 2011. 862 p.
- 26. ANSYS Fluent 14.0. Tutorial Guide. ANSYS, Inc. Southpointe. 2011. 1146 p.

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

Improvement of engineering methods for calculation of indoor ice arena ventilation. Pp. 74-79.

Samvel V. Sargsyan, PhD, Associated Professor, director of Scientific and Educational Center of Heat and Gas Supply and Ventilation (SEC HGSV); Vladimir N. Varapaev, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor; Victoria A. Borisova, post-graduate student, the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Moscow State University of Civil Engineering, National Research University Moscow State of Civil Engineering (NRU MGSU)

- Volkov A.A., Margolina I.S., Borodkin A.A. Osobennosti raspredelenija vozduha v sistemah ventiljacii zritel'nyh zalov [Features of air distribution in the ventilation systems of auditoriums]. AVOK [Publishing House of the Non-commercial partnership "Engineers for heating, ventilation, air conditioning, heat supply and construction thermal physics"]. 2010. No. 2. Pp. 54–59.
- Kokorin O.Ja., Tovaras N.V., In'kov A.P. Analiz jenergeticheskih pokazatelej SKV dlja pomeshhenij trenirovochnyh katkov, oborudovannyh razlichnymi sistemami holodo- i teplosnabzhenija [Analysis of the energy performance of SCR for training skating rinks, equipped with various cooling and heating systems]. Holodil'naja tehnika ["Refrigeration engineering" Magazine]. 2007. No. 10. Pp. 14–19.
- Pankratov V.V., Shilkin N.V. Osobennosti klimatizacii ledovyh aren [Features air conditioning ice arenas]. AVOK [Publishing House of the Non-commercial partnership "Engineers for heating, ventilation, air conditioning, heat supply and construction thermal physics"]. 2009. No. 8. Pp. 24–36.
- Grimitlin M.I. Raspredelenie vozduha v pomeshhenii [Indoor air distribution]. St. Petersburg. AVOK Severo-Zapad ["AVOK the Northwest" Publushers (Publishing House of the Non-commercial partnership "Engineers for heating, ventilation, air conditioning, heat supply and construction thermal physics")]. 2004. 320 p.
- 5. Titov V.P., Sargsjan S.V. Postroenie processov izmenenija sostojanija vozduha na i-d-dia-gramme pri dvuhzonnoj modeli ventiliruemogo pomeshhenija [Construction of air condition change processes on the i-d-diagram with a two-zone model of a ventilated room]. Deponirovannaja rukopis' VNIINTPI [The deposited manuscript of All-Union Scientific Research Institute of the Problems of Scientific and Technological Progress and Information in Construction], 1991. No. 10910. Bibliograficheskij ukazatel' deponirovannyh rukopisej, vyp. 5 [References manuscripts deposited. Vol. 5].
- 6. Sargsjan S.V. Metodika opredelenija kolichestva i harakteristik vozduhoraspredelitelej, ra-spolozhennyh v verhnej zone pomeshhenija, pri podache vozduha vertikal'nymi strujami [The method of determining the number and characteristics of air distributors located in the upper zone of the room when air is supplied by vertical jets]. Vestnik MGSU [The messenger of National Research University Moscow State of Civil Engineering]. 2009. No. 2 (special issue). Pp. 452–456.
- 7. Titov V.P., Sargsjan S.V. *Universal'naja dvuhzonnaja model' pomeshhenija dlja rascheta trebuemogo vozduhoobmena* [Universal two-zone model of the room to calculate the required air exchange]. *V sb.: Ohrana truda v promyshlennosti* [Coll. vol. "Labor protection in the industry"]. Penza. 1991.
- Sargsjan S.V. Issledovanie sposobov organizacii vozduhoobmena i sistem vozduhoraspredelenija na fizicheskih modeljah v laboratornyh uslovijah [Investigation of ways of organizing air exchange and air distribution systems on physical models in the laboratory]. Nauchnoe obozrenie [Scientific Review]. 2015. No. 16. Pp. 68–71.
- Sargsjan S.V. Metodika laboratornyh ispytanij sposobov organizacii vozduhoobmena na fizicheskih modeljah [Methods of laboratory testing methods of organizing air exchange on physical models]. Nauchnoe obozrenie [Scientific Review]. 2015. No. 16. Pp. 76–79.
- Žák A., Sikula O., Trcala M. Analysis of local moisture increase of timber constructions on ice arena roof. Advanced Materials Research. 2013. Vol. 649. Pp. 291–294.
- Grimitlin A.M., Dacjuk T.A., Denisihina D.M. Matematicheskoe modelirovanie ventiljacionnyh processov: Monografija [Mathematical modeling of ventilation processes: Monograph]. St. Petersburg. AVOK Severo-Zapad ["AVOK — the Northwest" Publushers]. 2013. 192 p.

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

Diagnostics of fire and environmental safety of transport heat engines. P_D . 80-87.

Vladimir N. Lozhkin, Doctor of Technical Sciences, Professor; Olga V. Lozhkina, PhD, Associate Professor; Bogdan V. Gavkalyk, PhD, Associate Professor; Maxim A. Kosovets, an adjunct student; Andrey Y. Penchenkov, an adjunct student, St. Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

- Quinn P.K., Stohl A., Arneth A., Berntsen T., Burkhart J.F., Christensen J., Flanner M., Kupiainen K., Lihavainen H., Shepherd M., Shevchenko V., Skov H., Vestreng V. The Impact of Black Carbon on Arctic Climate. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). 2011. Oslo. 72 p. Web-source: amap.no. Access data: January 15, 2019.
- Greenstone M., Qing C. Introducing the Air Quality Life Index. Twelve Facts about Particulate Air Pollution. Human Health and Global Policy. Air Quality Life Index. Report. November 2018. Web-source: aqli.epic.uchicago.edu. Access data: January 10, 2019.
- 3. Lozhkin V.N. Issledovanie dinamiki i termicheskih uslovij sazhevydelenija pri sgoranii raspylennogo topliva v cilindrah dizelej [Investigation of the dynamics and thermal conditions of soot release during the combustion of sprayed fuel in the cylinders of diesel engines]. Diss. kand. teh. nauk po spec. 05.04.02 [The PhD thesis at the specialty of No. 05.04.02]. Leningrad. LPI [Leningrad Polytechnic Institute named after M.I. Kalinin]. 1978. 172 p. [In Russian]
- Lozhkin V.N., Lozhkina O.V., Dobromirov V.N. A study of air pollution by exhaust gases from cars in well courtyards of St. Petersburg. 13th International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities (SPbOTSIC 2018). Transportation Research Procedia. 2018. No. 36. Pp. 453–458.
- Baturin S.A., Lozhkin V.N., Keiser E. Experimentelle Flammen temperaturbestimmung in Zulinder schnelldrehender Diselmotoren. Kraftfahrzeugtechnik. 1979. No. 2.
- 6. Osipov D.V., Lozhkina O.V., Gavkaljuk B.V. K teorii pozharovzryvoopasnogo razogreva kataliticheskih matric nejtralizatorov, ustanavlivaemyh v transportnyh sredstvah [To the theory of fire-explosion heating of catalytic matrices of converters installed in vehicles]. Problemy upravlenija riskami v tehnosfere ["Problems of risk management in the technosphere" Magazine]. 2010. No. 1. Pp. 18–27. [In Russian]
- 7. Osipov D.V. Metodika prognozirovanija jeffektivnosti i pozharnoj bezopasnosti nejtralizatorov transportnyh sredstv [Methods of predicting the effectiveness and fire safety of vehicle neutralizers]. Diss. kand. teh. nauk po spec. 05.26.03 [The PhD thesis at the specialty of No. 05.26.03]. St. Petersburg. SPb UGPS MChS RF [St. Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia]. 2011. 183 p. [In Russian]
- 8. Lozhkin V.N., Fomichev A.I., Lozhkina O.V. Diagnostika jekologicheskih i toplivno-jekonomicheskih pokazatelej traktornyh i avtomobil'nyh dvigatelej po dymnosti otrabotavshih gazov [Diagnostics of environmental and fuel-economic indicators of tractor and car engines for exhaust smoke]. Izvestija Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovanija [News of the International Academy of Agrarian Education]. 2017. No. 35. Pp. 74–79. [In Russian]
- Lozhkina O.V., Lozhkin V.N., Nevmerzhitsky N.V., Tarhov D.A., Vasilyev A.N. Motor transport related harmful PM2.5 and PM10: from on-road measurements to the modelling of air pollution by neural network approach on street and urban level. Journal of Physics: Conference Series. 2016. Vol. 772. No. 1. Web-source: iopscience.iop.org. Access data: January 7, 2019.

Mutual substitution of thermal protection of external enclosures in residential buildings and other energy saving measures. Pp. 88–91.

Oleg D. Samarin, PhD, Associate Professor; **Olga I. Balobanova**, graduate student; **Aleksandra M. Malanyina**, graduate student, National Research University Moscow State of Civil Engineering (NRU MGSU)

- Gagarin V.G., Pastushkov P.P. Ob ocenke jenergeticheskoj jeffektivnosti jenergosberegajushhih meroprijatij [About an assessment of power efficiency of energy saving actions]. Inzhenernye sistemy. AVOK-Severo-Zapad [Engineering systems. AVOK-Northwest]. 2014. No. 2. Pp. 26–29. [In Russian]
- Gagarin V.G., Dmitriev K.A. Uchet teplotehnicheskih neodnorodnostej pri ocenke teplozashhity ograzhdajushhih konstrukcij v Rossii i evropejskih stranah [Account of thermal non-uniformities during estimation of thermal performance of building enclosures in Russia and European countries]. Stroitel'nye materially ["Construction materials" Magazine]. 2013. No. 6. Pp. 14–16. [In Russian]
- Gagarin V.G., Kozlov V.V. Teoreticheskie predposylki rascheta privedennogo soprotivlenija teploperedache ograzhdajushhih konstrukcij [Theoretical reasons for calculation of reduced thermal resistance of building enclosures]. Stroitel'nye materially ["Construction materials" Magazine]. 2010. No. 12. Pp. 4–12. [In Russian]
- 4. Krivoshein A.D. K voprosu o proektirovanii teplovoj zashhity svetoprozrachnyh i neprozrachnyh konstrukcij [On the question of design of thermal protection of translucent and opaque constructions]. Portal "Okna. Dveri. Fasady" ["Windows. Doors. Facades" corporate web-portal]. Web-source: odf.ru. Access data: February 28, 2016. [In Russian]
- Friess W.A., Rakhshan K., Hendawi T.A., Tajerzadeh S. Wall insulation measures for residential villas in Dubai: A case study in energy efficiency. Energy and Buildings. 2012. No. 44. Pp. 26–32.
- Paiho S., Abdurafikov R., Hoang H. Cost analyses of energy-efficient renovations of a Moscow residential district. Sustainable Cities and Society. 2015. No. 14. Pp. 5–15.
- Tae Sup Yun, Yeon Jong Jeong, Tong-Seok Han, Kwang-Soo Youm. Evaluation of thermal conductivity for thermally insulated concretes. Energy and Buildings. 2013. No. 61. Pp. 125–132
- 8. Samarin O.D. Primenenie udel'noj teplozashhitnoj harakteristiki zdanija dlja vyjavlenija vzaimozamenjaemosti ograzhdenij po urovnju teplozashhity. Sb. dokl. V Mezhd. nauch.-tehn. konf. "Teoreticheskie osnovy teplogazosnabzhenija i ventiljacii" [Using of specific thermal performance of a building for estimation of mutual substitution of external enclosures on their thermal protection. Proc. of 5th International Scientific and Technical Conference

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

- "Theoretical Foundations of Heat and Gas Supply and Ventilation"]. Moscow. *Izd-vo MISI-MGSU* [Publishing House of National Research University Moscow State of Civil Engineering]. 2013. Pp. 73–77. [In Russian]
- Samarin O.D. Voprosy jekonomiki v obespechenii mikroklimata zdanij [Problems of economics in maintenance of a building microclimate]. 2nd edition, rev. and exp. Moscow. Izd-vo ASV [Publishing House of the Association of Construction Universities]. 2015. 136 p. [In Russian]
- Makotrina L.V., Seleh E.V. Jenergosberezhenie v central'nyh teplovyh punktah [Energy saving in central heating stations]. Vestnik IrGTU [Messenger of Irkutsk National Research Technical University]. 2012. No. 7. Pp. 120–125. [In Russian]

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

Technology of welding emergency repair work in the conditions of the Far North. Pp. 92-93.

Valery A. Shorin, Quality Control Engineer for Construction Control, "Himstalcon-Ingenering", LLC; Yury L. Kryuchkov, Lead Engineer, "Transneft Supervision", LLC; Alexander V. Ryabov, Head of the Quality Control Department, "Himstalcon Engineering", LLC; Evgeny P. Vasilyev, Capital Construction Department, "Transneft-Prikamie", JSC

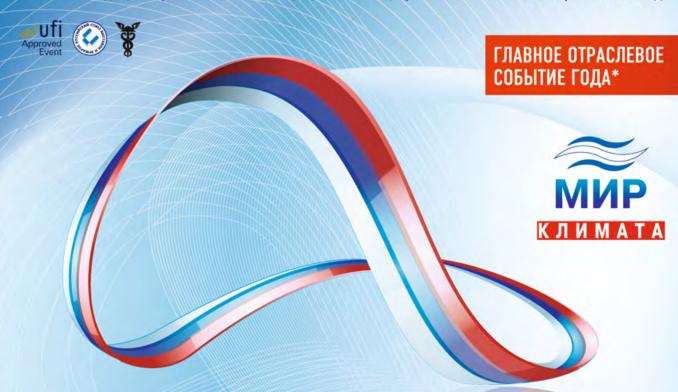
- Frolov V.V. Povedenie vodoroda pri svarke plavleniem [Behavior of hydrogen during fusion welding]. Moscow. Mashinostroenie ["Machine Building" Publishing House]. 1966. 151 p.
- Neville A.M. Svojstva betona [Properties of concrete]. Per. s angl. V.D. Parfenova i T.Ju. Jakub [Translated from English by V.D. Parfenov and T.Ju. Yacoub]. Moscow. Strojizdat [Publishing house of literature on the construction and architecture of the USSR]. 1972. 344 p.
- Alekseev B.V. Tehnologija proizvodstva cementa [Cement production technology]. Moscow. Vysshaja shkola ["Higher School" Publishers; "Vysshaya Shkola Publishers", OJSC]. 1980. 266 p.
- Abramov N.N. Vodosnabzhenie [Water supply]. Moscow. Izd-vo literatury po stroitel'stvu [Publishing house of literature on construction of the USSR]. 1963. 563 p.
- Staroverov I.G. Spravochnik proektirovshhika [Designer's Handbook]. 3th edition, rev. and exp. Moscow. Strojizdat [Publishing house of literature on the construction and architecture of the USSR]. 1976. 505 p.
- Moiseenko V.P. Materialy i ih povedenie pri svarke [Materials and their behavior during welding]. Moscow. Feniks ["Phoenix" Publishers]. 2009. 301 p.
- Martens A. Handbuch der Materialienkunde für den Maschinenbau [A textbook on the technology of materials for mechanical engineers. Part 1: Research materials]. Berlin. Julius Springer. 1898. [In German]
- Martens A., Heyn E. Handbuch der Materialienkunde für den Maschinenbau [A textbook
 on the technology of materials for mechanical engineers. Part 2: The most important properties of materials and alloys]. Berlin. Julius Springer. 1912. [In German]
- 9. RD [Regulatory document] 25.160.10-KTN-015-15. Magistral'nyi truboprovodnyi transport nefti i nefteproduktov. Svarka pri stroitel'stve i remonte stal'nyh vertikal'nyh rezervuarov. Ch. 1: Tehnologii svarochno-montazhnyh rabot [Main pipeline transport of oil and oil products. Welding in the construction and repair of steel vertical tanks. Part 1: Welding technology]. Moscow. PAO "Transneft" ["Transneft", PJSC].



16-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

МИР КЛИМАТА 2020

Системы кондиционирования и вентиляции, отопление, промышленный и коммерческий холод



Бесконечный **МИР** технологий **КЛИМАТА**

ждем Вас на нашей выставке!

www.climatexpo.ru

10 - 13 марта 2020 Москва, ЦВК «Экспоцентр»

ОРГАНИЗАТОРЫ:

12+





CEUCDA OL ULIC DADTUCOL





ОФИЦИАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ ВЫСТАВКИ



при поддержке:















ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:











ТЛЫ И ГОРЕЛКИ

BOILERS AND BURNERS

1-4 октября 2019 Санкт-Петербург

ІХ Международный конгресс



Энергосбережение и энергоэффективность динамика развития





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

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР



22-24 ОКТЯБРЯ 2019

МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»





Самая крупная по количеству участников в России и СНГ выставка промышленного котельного, теплообменного, электрогенерирующего оборудования и оснащения для тепловых сетей



- Более 300 брендов ведущих мировых производителей
- Более 2600 посетителей конечных потребителей и дилеров продукции для тепло-электроснабжения предприятий

Организатор



+7 (495) 252 11 07 heatpower@mvk.ru Забронируйте стенд heatpower-expo.ru