№06 (210) **ИЮНЬ 2019**

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
ОТРАСЛЕВОЙ ЖУРНАЛ

С.О.К.

САНТЕХНИКА • ОТОПЛЕНИЕ • КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ • ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ • ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА

12 О выборе регуляторов давления

20 Тёплые полы: слово экспертам

52 Климатика киносъёмочных павильонов

78 Сберегаем энергию в МКД

0+

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

aqua THERM MOSCOW

11–14 февраля 2020
Крокус Экспо, Москва

Забронируйте стенд
aquatherm-moscow.ru

Developed by
Reed Exhibitions® Messe Wien

Организаторы
Reed Exhibitions® ITE

Специализированные разделы
WORLD OF WATER & SPA
AIRVent

реклама ООО «РЕЛИО»

22-24 ОКТЯБРЯ 2019

МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

HEAT&POWER

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

Международная Выставочная Компания

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

Забронируйте стенд
heatpower-expo.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ИЮНЬ 2019

О регуляторах давления для систем водоснабжения многоквартирных домов

О выборе квартирных регуляторов. Обоснована необходимость совершенствования порядка проведения гидравлического расчёта систем водоснабжения. Приведены методики определения расчётных расходов холодной и горячей воды и выбора квартирных регуляторов давления для систем ХВС и ГВС.

12

Тёплые полы: современные решения и рыночные тенденции

Тёплые полы с теплоносителем популярны и знакомы многим потребителям. Мы обратились к специалистам и попросили их ответить на ряд вопросов. Узнали, какие инновации в области повышения энергоэффективности тёплых полов сегодня являются «прорывными», и получили ответы на другие важные вопросы.

20–33

Эффективность энергетики «умного города» закладывается на старте

Президент России 12 февраля 2019 года на заседании Госсовета в Казани заявил о необходимости облегчить адаптацию жилищного рынка к новым правилам игры, подтвердив при этом курс на переход к более прозрачным и безопасным механизмам покупки комфортного и доступного жилья, а также на модернизацию отрасли в целом.

82

Энергосбережение в жилых многоквартирных домах

Произведён анализ применения энергосберегающих мероприятий в МКД. Приведены данные проектного теплового потребления инженерных систем МКД в Москве. Представлены данные по исследованиям расчёта корректного энергопотребления здания. Особое место в работе уделено кратким техническим характеристикам теплоизоляционных материалов.

78

Особенности климатики киносъёмочных павильонов

Система кондиционирования и вентиляции с вытеснением остаётся применимой, пока отношение суммарной тепловой нагрузки на помещение к количеству тепла, выделяемого только людьми, незначительно превышает единицу. Примером рационального применения систем с вытеснением в высоких помещениях могут служить залы театров.

52

Семь наиболее эффективных рынков ветра в 2018 году

Предлагаемая статья подготовлена на основании предварительных данных специалистов Windpower Intelligence, являющейся научно-исследовательским и статистическим отделом интернет-ресурса Windpower Monthly. Последним был составлен список рынков ветровой энергетики, в 2018 году испытавших максимальные темпы роста.

85

Ежемесячный отраслевой журнал
№ 1515 в Перечне ВАК Министерства образования и науки РФ (от 28.12.2018)
Учредитель и издатель:
ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»
Директор:
Константин Михасев
Главный редактор:
Александр Гудко
Технический редактор:
Сергей Брух
Руководитель отдела рекламы:
Татьяна Пучкова
Ответственный секретарь:
Ольга Юферева
Дизайн и верстка:
Роман Головко

Редакционная коллегия:
Председатель:
С. Д. Варфоломеев, член-корр. РАН, д.х.н., проф., ИБХФ им. Н. М. Эмануэля РАН
Сопредседатели:
А. С. Сигов, акад. РАН, д.ф.-м.н., проф., МИРЭА
Ю. Ф. Лачуга, акад. РАН, член президиума РАН, д.т.н., проф.
Заместитель председателя:
И. Я. Редько, д.т.н., проф., ИБХФ им. Н. М. Эмануэля РАН
Секция «Сантехника»
В. А. Орлов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ»
Е. В. Алексеев, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ»
Ж. М. Говорова, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ»
Секция «Отопление и ГВС»
В. И. Шарапов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «УлГТУ»
А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ
М. В. Бодров, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО ННГАСУ
П. И. Дячек, д.т.н., проф., БНТУ
Секция «Кондиционирование и вентиляция»
М. В. Бодров*, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО ННГАСУ
Т. А. Дацюк, д.т.н., проф., СПбГАСУ
Г. М. Позин, д.т.н., проф., СПбГУТД
В. И. Прохоров, д.т.н., проф. кафедры «ТГиВ», НИУ МГСУ
Секция «Энергосбережение»
Э. Е. Сон*, акад. РАН, д.ф.-м.н., проф., МФТИ
В. Ф. Матюхин, д.т.н., проф., Центр МИРЭА
О. А. Сотникова, д.т.н., проф., ВГТУ
С. К. Шерьязов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО ЮУрГАУ
А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ
Секция «ВИЭ»
В. В. Елистратов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО СПбГПУ
Д. С. Стребков, акад. РАН, ВИЭСХ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ
П. П. Безруких, д.т.н., акад.-секр. секции «Энергетика» РИА
В. А. Бутузов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО КубГАУ
М. Г. Тягунов, д.т.н., проф., НИУ «МЭИ»
А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ
В. Г. Николаев, д.т.н., директор НИЦ «Атмограф»
С. В. Грибков, к.т.н., с.н.с., ФГУП ЦАГИ, учёный секретарь Комитета ВИЭ РосСНИО, акад. РИА
Секция «Биоэнергетика»
Р. Г. Василов*, д.б.н., проф., президент ОБР
Ю. Ф. Лачуга, акад. РАН, член президиума 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 15 000 экз., цена свободная.
С.О.К.® — зарегистрированный торговый знак.
ISSN 1682-3524

210-й номер

ИЮНЬ 2019

Новости 4

Сантехника и водоснабжение

О выборе регулятора давления для систем водоснабжения многоквартирных домов 12

Что скрывает «американка», или Казусы сантехники 16

Отопление и ГВС

Тёплые полы: современные решения и рыночные тенденции 20

Особенности балансировочных клапанов Giacomini 34

Энергоэффективная схема включения вакуумного деаэратора в систему регенерации теплофикационной турбоустановки 36

Повышение энергоэффективности систем отопления и вентиляции: сравнительный анализ проектной документации 40

Кондиционирование и вентиляция

Картинная галерея на стене гостиной 50

Особенности построения систем кондиционирования воздуха киносъёмочных павильонов 52

Ещё раз о воздушном режиме. Аэродинамика естественных воздушных потоков в здании 56

Лабораторное тестирование аэродинамики серийных крышных вентиляторов на соответствие каталожным параметрам 62

Практическое применение явления аномально высокой амплитуды автоколебательного процесса при истечении жидкости. Часть 1 66

Практическое применение явления аномально высокой амплитуды автоколебательного процесса при истечении жидкости. Часть 2 70

Энергосбережение и ВИЭ

Результаты конференции «Возобновляемая и малая энергетика 2019» 73

Нормативная модель поддержки отрасли ВИЭ: совершенствование механизмов и инструментов 74

Кондиционеры и энергопотребление: проблема XXI века 77

Энергосбережение в жилых многоквартирных домах 78

Энергетика «умного города»: эффективность закладывается на старте 82

Семь наиболее эффективных рынков ветра в 2018 году 85

Десятка новых гигантов европейской морской ветроэнергетики 88

Совмещённые солнечные и ветростанции снижают затраты и повышают производительность 92

References 94

Одной строкой

- 31 мая 2019 года на Боровской площадке ОЭЗ «Калуга» состоялось открытие нового завода по производству климатической техники «Рефкул», который является ключевым партнёром Dantex Group.
- В 2019 году корпорация Hisense отмечает юбилей — 50 лет.
- Компания LG Electronics стала лауреатом международного конкурса CX World Awards в номинации «Лучшая практика клиентской аналитики и обратной связи» за проект проактивного реагирования на отзывы пользователей техники LG на портале Яндекс.Маркет и сайтах федеральных и региональных розничных сетей по продаже электроники и бытовой техники.
- Холодильные объединения многих стран мира уже не первый год отмечают Всемирный день холода. 26–27 июня в Самарской области при информационной поддержке журнала С.О.К. прошёл Первый Российский Форум руководителей предприятий и организаций холодильной отрасли, посвящённый Всемирному дню холода (World Refrigeration Day).
- С 1 июня предприятие «Лемакс» установило новые сроки гарантии на свою продукцию. Теперь приобретая продукцию в официальных точках продаж «Лемакс» по всей территории России, Белоруссии, срок гарантии на энергонезависимые котлы «Лемакс» серии «Премиум», «Лидер», «Патриот», АОГВ «Газовик», аппарат отопительный газовый Premier — пять лет, а энергозависимые котлы «Лемакс» серии Clever, Wise, Prime-V, Prime-V HO — три года.
- Производитель ветрогенераторов GE Renewable Energy и сертификационная организация TÜV Nord представили сертификацию проекта одной из моделей наземной ветроустановки данного производителя сроком на 40 лет и планируют распространить её и на другие продукты
- Инженерно-техническая компания GreenSpur Renewables, специализирующаяся на электромагнитах, планирует приступить к тестированию образца мощнейшего в мире электрического генератора с прямым приводом с возбуждением постоянными ферритовыми магнитами.

NAVIEN

Высокотехнологичный настенный газовый конденсационный котёл NCB 700

Официальное представительство южнокорейского завода NAVIEN в России — компания «Навиен Рус» — с 1 июля 2019 года начала продажи настенного газового конденсационного котла NCB 700.

Производительность 24-киловатного котла составляет 13,8 л/мин. при температуре воды 25 °С, а вредные выбросы соединений азота NO_X в атмосферу при этом не превышают 40 мг/кВт·ч. Такой внушительный показатель достигается даже при относительно низком давлении газа — 8,7 мбар. Таким образом, новинка отлично вписывается в концепцию «зелёных» технологии. Новинка отличается экологичностью и повышенной эффективностью за счёт непрерывной электронной модуляции пламени горелки, постоянной полной самодиагностики и сенсорного экрана с сохранением журнала поломок.

NCB 700 полностью отвечает потребностям российского рынка в сегменте низкотемпературного отопления жилища, когда связку котла с тёплым полом устанавливают в хорошо утеплённых домах круглогодичного проживания, суммарные тепловые потери которых не превышают 50–60 Вт/м^2. С помощью NCB 700 компания хочет показать российским потребителям все преимущества конденсационной технологии и переориентировать часть рынка в сторону «зелёных» технологий, которые NAVIEN развивает уже на протяжении 40 лет.

Модель хорошо зарекомендовала себя на других рынках — в частности, котёл NCB 700 уже давно стал лидером североамериканского рынка в своём сегменте. Рекомендованная розничная цена котла мощностью 24 кВт для конечных потребителей в дилерских магазинах NAVIEN составляет 64 900 руб. Гарантия на всё оборудование NAVIEN — три года.

WILO

Инновационная насосная станция Wilo-HiMulti 5 – бесперебойное водоснабжение

Компания WILO RUS в июне вывела на российский рынок инженерных систем инновационную насосную станцию Wilo-HiMulti 5.

Wilo-HiMulti 5 — самовсасывающая насосная станция премиум-класса, разработанная для обеспечения бесперебойного водоснабжения. Новинка гарантирует комфортный напор воды независимо от количества одновременно работающих в жилом доме сантехнических приборов.

Низкое энергопотребление и оптимальное давление воды в Wilo-HiMulti 5 достигается за счёт использования высокоэффективной гидравлики и непрерывного автоматического регулирования под требуемый расход и заданный напор. Таким образом, экономия электроэнергии по сравнению с нерегулируемыми насосами Wilo достигает 33%. Среди прочих преимуществ новинки — пониженный уровень шума и новый дизайн с «зелёной» кнопкой. Кроме того, корпус насосной станции выполнен из технологичного инженерного пластика и нержавеющей стали с высокой коррозионной стойкостью.

Вместе с тем Wilo-HiMulti 5 оснащена защитой от избыточного давления, от сухого хода, от перегрузки, высокого и низкого напряжения, а также защитой от блокировки ротора, перегревания и замораживания. Благодаря двум шумозащитным кожухам, созданным по технологии WILO, станция Wilo-HiMulti 5 поглощает звуки. Низкий уровень шума обеспечивается ещё и за счёт наличия у оборудования рубашки водяного охлаждения вместо охлаждающего вентилятора для отвода тепла.

Giacomini

Новые балансировочные клапаны Giacomini

Итальянский производитель Giacomini S.p.A. начал поставку в Россию новых моделей автоматических балансировочных клапанов. Новинку отличают компактные размеры и привлекательная цена. Новая серия автоматических балансировочных клапанов-регуляторов перепада давления получила обозначение R206C-1 и, как объясняет производитель, выпущена в дополнение к «старшей» серии R206C. Выпускаемая сейчас модель Giacomini R206C — первая и единственная модель на российском рынке, которая обладает возможностью переключения диапазона регулирования перепада давления непосредственно на самом клапане, поставляется в размерах от Ду15 до Ду50. Клапаны R206C-1 предназначены для автоматического поддержания заданного перепада давлений между подающим и обратным трубопроводами систем отопления и охлаждения. В отличие от «старшей» серии имеет единственный рабочий диапазон перепада давления 5–30 кПа и выпускается в размерах Ду15, Ду20 и Ду25.

Новые клапаны имеют корпус из DZR-латуни и усиленную рабочую мембрану, что обеспечивает длительный период эксплуатации и точность настройки. Клапаны R206C-1 обеспечивают функцию перекрытия трубопровода — они могут быть закрыты при помощи рукоятки, при этом настройка параметра перепада давления не изменяется.

Поставка автоматических балансировочных клапанов R206C-1 в Россию начнётся в июле 2019 года. Заявлено, что это будет самый доступный по цене автоматический балансировочный клапан на рынке.

BAXI

Итоги BAXI Expo Moscow 2019

Пятого и шестого июня состоялось уникальное мероприятие — отраслевая выставка-конференция BAXI Expo Moscow 2019, генеральным информационным партнёром которой стал журнал С.О.К. Это первое мероприятие ООО «БДР Термия Рус» такого масштаба, проведённое в России. Об этом говорят и громкие названия брендов-лидеров отопительного рынка, принявших участие в выставке: BAXI, BWT, De Dietrich, Giacomini, Henco, Jeremias, Kermi, Meibes, Reflex, Uponor и Zont. За два дня мероприятие посетили около 500 участников со всех уголков России. Необычно и место проведения выставки — посетителям приветливо распахнул двери праздничный шатёр на территории нового складского комплекса компании «БДР Термия Рус», который находится в районе города Чехов Московской области.

Все гости имели возможность совершить экскурсию на склад, увидеть своими глазами его наполнение и узнать подробности операционной деятельности. Почётное право перерезать красную ленточку в честь торжественного открытия первого BAXI Expo Moscow было предоставлено Марко Бастианетто, менеджеру по экспорту компании BAXI S.p.A. в страны Восточной Европы, и Дмитрию Чернову, директору по развитию компании ООО «БДР Термия Рус».

Программа выставки-конференции включала в себя интересную деловую часть, в течение которой участники мероприятия выступили с презентациями о компаниях и продукции. Во время экспо-программы на экспозициях посетители смогли ознакомиться с новинками технических решений представленных брендов, получить профессиональные консультации и актуальную информацию у специалистов. В рамках мероприятия выступили специально приглашённые гости: Георгий Литвинчук, генеральный директор «Литвинчук Маркетинг», и исполнительный директор некоммерческого партнёрства инженеров «АВОК» Вадим Потапов. Программу второго дня BAXI Expo открыли Джованни Пилики, директор по экспорту BDR Thermea Group, и Юрий Салазкин, генеральный директор ООО «БДР Термия Рус».

РАВИ

Китайские ветряки как источник тепла

В конце мая китайские власти заявили, что планируют использовать энергию, получаемую от ветра, для питания отопительных систем в чрезвычайно холодных условиях зимы, отмечаемых во многих частях страны. Это связано с тем, что в рамках борьбы с загрязнением окружающей среды вторая экономика мира стремится снизить объём углеродосодержащих выбросов, возникающих в результате сжигания угля. Государственное управление по делам энергетики КНР призвало представителей власти на местах установить ежегодные целевые показатели по выработке тепла с использованием энергии от ветроэлектростанций на период с 2019 по 2021 годы.

В управлении также заявили, что властям придётся обеспечить создание инфраструктуры, необходимой для подобного использования энергии, полученной от ветра. На составление планов и их дальнейшее предоставление в Пекин местным органам власти будет выделено менее двух месяцев. В заявлении государственной организации говорится, что ветроэнергетические предприятия, которые будут участвовать в проектах, обеспечивающих отопление в зимний период, получат налоговые льготы или субсидии. Управление также призвало сетевые компании провести работу над устранением экономико-технических факторов, препятствующих снижению потерь электроэнергии, которые вызваны недостаточной пропускной способностью линий электропередачи.

Источник: reuters.com. Перевод Российской Ассоциации Ветроиндустрии (РАВИ).

Grundfos

Доступна BIM-модель насосной установки повышения давления

BIM-библиотека оборудования Grundfos пополнилась моделями насосной установки повышения давления Hydro MPC-E. В моделях используется «родная» геометрия, созданная в программе Autodesk Revit, настроены коннекторы и выделены зоны сервисного обслуживания, а в настройках графики есть опция подключения обратных фланцев. Grundfos Hydro MPC-E — установка водоснабжения на базе насосов Grundfos CRE, смонтированных на одном основании. Она может включать от двух до шести насосов. В комплект поставки также входит мембранный бак объёмом 24 л.

Установки представлены в нескольких вариантах исполнения. В исполнении «A» станция и шкаф управления располагаются на одной раме. Варианты «C» и «D» предусматривают раздельное расположение шкафа и станции. В BIM-модели установки весь типоряд вариантов исполнения содержится в одном файле. Для проектировщиков, пользующихся шаблоном ADSK BIM 2.0, спецификация оборудования заполняется автоматически. Скачать эти и другие модели оборудования Grundfos для Autodesk Revit можно на сайте grundfos.ru в разделе «Документация» / «Адаптированная библиотека BIM моделей».

«Красноярскэнергокомплект»

Пополнение в семействе ТЭНовых электрических котлов Solid

Компания ООО «ТПК «Красноярскэнергокомплект» представила принципиально новую линейку электрокотлов Solid — это ТЭНовый электрический котёл, силовая часть которого работает на твердотельных реле.

В прошлом различными компаниями неоднократно предпринимались попытки выпуска подобного изделия. Главной проблемой в его конструкции был температурный режим работы твердотельных реле в нештатных ситуациях — перегрев приводил к выходу изделия из строя. Эта задача была решена за счёт установки высокоэффективного радиатора, расчёта и подбора комплектующих соответствующих характеристик и качества. После трёхлетних ресурсных испытаний в различных географических условиях электрокотёл пошёл в серийное производство.

В то же время появился внушительный ряд преимуществ: отсутствие механических деталей в десятки раз повышает срок службы реле, многократно увеличивается надёжность, появляется способность переносить перегрузки до 200%, исчезают помехи при коммутации, резко повышается быстродействие реле. Специалисты утверждают, что в будущем механические реле будут вытеснены естественным путём, так что перед нами настоящий котёл будущего.

На сегодняшний день в продажу поступили котлы мощностью от 4,5 до 21 кВт, в ближайшем будущем мощностной ряд будет расширен. Что касается функциональных особенностей, то можно сказать, что котлы Solid обладают всеми необходимыми возможностями, которые есть у самых «продвинутых» моделей электрических котлов ZOTA.

Lämmin

Расширение ассортиментной линейки продукции финской компании Lämmin

Компания «Ламмин» обновила ассортимент. Теперь под брендом Lämmin производятся ещё и компрессионные фитинги, краны, седёлки с размерным рядом от 20 до 110 мм. Продукция предназначена для монтажа хозяйственно-питьевого водоснабжения, систем кондиционирования и очистки воздуха, систем сельскохозяйственного орошения. Фитинги большого диаметра можно использовать для устройства канализационных систем. Несомненным преимуществом новой продукции Lämmin является её производство из качественного первичного сырья с высокой степенью устойчивости к УФ-излучению. Также максимальное рабочее давление компрессионных фитингов диаметром от 20 до 63 мм составляет 16 бар, что превышает показатели продукции целого ряда конкурентов. Все изделия обеспечиваются гарантией от производителя в течение трёх лет.

Фитинги выпускаются полностью готовыми к установке. Их конструкция состоит из полипропиленового корпуса, уплотнительного резинового кольца, обеспечивающего герметичность, запрессовывающей втулки, зажимного кольца и крышки-гайки.

Среди основных преимуществ фитингов данного типа можно выделить: простой монтаж без дорогостоящего специального оборудования; устойчивость к коррозии, накоплению накипи и отложений; возможность подземной прокладки и укладки в бетон; отсутствие необходимости регулярной подтяжки и контроля. Компрессионные фитинги, краны и седёлки Lämmin прошли проверку на соответствие Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям и разрешены для использования.

Первая партия уже отгружена на склад компании и готова к реализации.

FDplast

Люки FD для колодцев – новая конструкция

Московский завод FDplast сообщил о запуске в производство люков для колодца новой усовершенствованной конструкции. Новые люки для колодца производятся двух видов: люк внутренний и люк внутренний/наружный. Люк внутренний имеет с внутренней стороны борт, который при монтаже люка погружается внутрь шахты. Люк внутренний/наружный имеет два борта с оборотной стороны. Монтируется таким образом, чтобы стенка шахты колодца (трубы) размещалась между бортами люка. Борта препятствуют сдвигу люка колодца и придают ему дополнительную жёсткость. Благодаря новой конструкции эти люки обеспечивают надёжную защиту колодца и водостока от повреждений, попадания посторонних предметов, способствуют безопасному движению пешеходов. Люки имеют сверхпрочную конструкцию, изготовленную из композитного материала на основе полипропилена со специальными добавками, а также рубленой алюминиевой лентой, придающей люку дополнительную прочность. Данный материал не поддаётся коррозии, устойчив к ультрафиолетовому излучению. Люки относятся к лёгкому типу, выдерживают нагрузку до 500 кг. Выпускаются в чёрном и зелёном цвете. Люки производятся диаметрами: 315/271, 340/300, 368/315, 400/343, 460/400, 575/500, 695/600 и 923/800 мм.

Dantex

Новая линейка ККБ Dantex Busohf

Компания Dantex Group совместно с партнёрами завершила разработку новой линейки компрессорно-конденсаторных блоков (ККБ) с воздушным охлаждением конденсатора. Была проведена большая работа, направленная на качественное усовершенствование систем кондиционирования приточного воздуха в вентиляционных установках. Новая линейка ККБ имеет широкий модельный ряд и подходит для всех типоразмеров вентиляционных установок.

К безусловным преимуществам новых компрессорно-конденсаторных блоков Dantex можно отнести экономию пространства, энергоэффективность, надёжность, а также простоту монтажа, пусконаладочных работ и обслуживания. Важнейшей отличительной чертой конструкции новых ККБ Dantex является их компактность. А в совокупности с идеальными массогабаритными характеристиками это даёт реальную экономию полезного пространства на объекте. Кроме того, широкий модельный ряд позволяет решать задачу экономии пространства непосредственно при проектировании и монтаже, обеспечивая гибкость в подборе внешних и внутренних блоков под индивидуальные требования заказчика.

Энергоэффективность новых ККБ Dantex обеспечивается за счёт комплектующих изделий передовых европейских производителей. Так, данные ККБ оснащены новейшими спиральными компрессорами, что привело к улучшению технико-экономических показателей качества эксплуатации оборудования, а одним из эффектов усовершенствования ККБ Dantex как раз и стал высокий уровень энергоэффективности.

«Северная Компания»

Сварщики «Северной Компании» признаны лучшими в строительной отрасли

Сотрудники «Северной Компании» заняли призовые места сразу в двух конкурсах профессионального мастерства. 18 июня победителем регионального этапа Национального конкурса профессионального мастерства «Строймастер» в номинации «Лучший сварщик» стал Умарбек Музаффаров, сварщик участка ТМО «Северной Компании». 19 июня на федеральном этапе Национального конкурса «Строймастер» в номинации «Лучший сварщик 2019» второе место занял Антон Арисов, сварщик участка ТМО «Северной Компании».

WOLF НАСТРОЕН НА ТЕБЯ.

ВОСПОЛЬЗУЙТЕСЬ ЭНЕРГИЕЙ СОЛНЦА

Энергоэффективные гелиосистемы WOLF

реклама

Плоский коллектор TOPSON F3-1

Газовый конденсационный гелиокомплекс CSZ-2R

Трубчатый коллектор CRK-12

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

Новинка Gekon – коллекторы из нержавеющей стали

Компания «Терморос» представила новинку, выпущенную под собственной торговой маркой, — коллекторные блоки из нержавеющей стали для систем радиаторного или напольного отопления Gekon. Рабочие характеристики: 10 бар, 100 °С, выход ¾" «евроконус», расстояние между выходами — 50 мм. Комплектация: кронштейны, термостатические клапаны, микрометрические вентили, заглушки, для серии 731 (артикулы типа GK 731xx) — сливной элемент с ручным воздухоотводчиком.

WOLF

Купил Mercedes? Значит, дышишь WOLF!

Компания WOLF стала полноправным участником строительства нового завода по производству легковых автомобилей Mercedes-Benz в Московской области. Работа завода начнётся с выпуска E-Класса для российского авторынка, которые будут поставляться потребителю наполненные воздухом от вентиляционных установок WOLF. Установка вентиляции над цехом сборки стала настоящим вызовом для специалистов компании, так как крыша цеха имеет достаточно «нежную» конструкцию, по которой было запрещено даже ходить. Сама установка состоит из приточно-вытяжной части и сервисной зоны. Внутри находятся рекуператоры с высоким КПД, а все установки имеют 100%-е резервирование. Для облегчения обслуживания и произведения ремонта секции вентиляторов снабжены специальными подъёмными кранами. Исполнение осуществлено таким образом, что на крыше нет воздуховодов, а вход и выход воздуха происходит непосредственно под самими установками — достаточно нетипичное решение. Все роторы высокоэффективные, а скорость воздуха в воздуховодах не превышает 2 м/с, что обеспечивает минимальный уровнем шума.

NAVIEN

NAVIEN DELUXE с уникальным дизайном

ООО «Навиен Рус» в прошлом году отметило поистине знаменательное событие — продажу миллионного настенного котла NAVIEN на территории Российской Федерации. Для рынка отопительного оборудования в 2018 году это достижение стало рекордным.

По многочисленным просьбам уважаемых партнёров и потребителей, российское представительство NAVIEN решило выпустить лимитированную версию расписных котлов серии DELUXE 30 кВт с уникальным дизайном — всего 100 штук! Успейте купить этот уникальный котёл по специальной цене.

Все подробности уточняйте у менеджеров «Навиен Рус» по телефону: 8 (800) 505-10-05.

ebm-papst

Новые вентиляторы в спиральном корпусе VG 450

Вентилятор в спиральном корпусе VG 450 от ebm-papst устанавливает новые стандарты максимальной производительности — не только в линейке продуктов компании, но и в целом для всей технологии производства конденсационных котлов.

Новый продукт имеет огромное преимущество: впервые с помощью одного компактного вентилятора может быть реализована теплопроизводительность до 4 МВт. Этого достаточно, чтобы обогреть многоэтажный жилой комплекс или жилой район с двумястами частных домов.

Теперь у проектировщиков имеются совершенно новые возможности. Например, можно спроектировать индивидуальную отопительную систему прямо в жилом комплексе. Это сводит к минимуму затраты на строительство и потери тепла вследствие передачи теплоносителя по трубам большой протяжённости.

HERZ Armaturen

HERZ-Line PE-RT – пополнение в линейке трубопроводных систем HERZ

Компания HERZ Armaturen представила HERZ-Line PE-RT — пятислойную полиэтиленовую трубу для систем напольного отопления. Полиэтиленовая труба PE-RT повышенной термической устойчивости с антидиффузионным защитным слоем из этиленвинилового спирта (EVOH) предназначена для применения в системах напольного и панельного отопления, системах охлаждения и промышленного панельного отопления.

Труба HERZ PE-RT состоит из следующих слоёв: внутренний базовый слой полиэтиленовой трубы PE-RT повышенной термической устойчивости; соединяющий (адгезионный) слой; EVOH-слой как барьер от проникновения кислорода; соединяющий (адгезионный) слой; наружный полиэтилен PE-RT для защиты EVOH от повреждения.

Технические характеристики трубы PE-RT: максимальная рабочая температура +70 °С; максимальное рабочее давление 6 бар; коэффициент линейного расширения 0,19 мм/(м·К); коэффициент теплопроводности 0,35 Вт/(м·К); плотность 0,933 г/см^2; кислородная диффузия — 0,1 мг/л в сутки; минимальный радиус изгиба — 125 мм.

BDR Thermea Group

Первый в мире бытовой водородный котёл

В конце июня первый в мире водородный бытовой котёл был введён в эксплуатацию в реальных условиях в Розенбурге, Нидерланды. Котёл был создан BDR Thermea Group, ведущим производителем «умных» технологических решений для создания теплового комфорта, главная цель которого заключается в разработке и в производстве решений для отопления и горячего водоснабжения практически без выбросов углекислого газа (CO_2). Инновационный котёл сжигает чистый водород, полученный с помощью ветровой или солнечной энергии, и не выделяет CO_2. Газоснабжающая компания «Стедин» (Stedin), инициатор проекта, отвечает за непрерывное производство и поставку экологически безопасного водорода.

Это первая реальная ситуация, при которой чистый водород будет использован в качестве топлива для высокоэффективного конденсационного котла для обогрева жилого здания с централизованной системой отопления. Котёл был разработан Научно-исследовательским центром BDR Thermea в Италии. После первого экспериментального запуска котла в Нидерландах, выполненного подразделением «Ремеха» (Remeha) BDR Thermea в Нидерландах, компания провела полномасштабное эксплуатационное испытание котла в Великобритании. В настоящее время изучаются новые возможности внедрения проектов в других странах Европы, как часть более широкого общеевропейского развития данной технологии.

Голландский проект в Розенбурге является совместной инициативой сетевого оператора «Стедин», муниципалитета Роттердама и жилищного кооператива «Рессорт Вонен» (Ressort Wonen). Водородный водогрейный котёл будет установлен в котельной рядом с действующим обычным котлом, работающим на природном газе, что позволит обеспечить жильцам достаточно тепла и горячей воды в любое время. Компания «Стедин» использует действующий обычный трубопровод для транспортировки водорода, тем самым демонстрируя, что действующая газораспределительная сеть пригодна для транспортировки водорода. В рамках данного проекта, «Стедин» и её партнёры рассматривают всю цепочку будущего: выработка, распределение и преобразование водорода, с конечной целью, заключающейся в обеспечении комфорта на безуглеродной основе.

LG Electronics

LG Therma V R32 Split

Компания LG Electronics представила новинку, которая является дополнением хорошо зарекомендовавшей себя серии тепловых насосов LG Therma V, — сплит-систему «воздух-вода» (AWHP) Therma V R32 Split. В категории оборудования Therma V LG представляет множество энергосберегающих опций для модернизации системы горячего водоснабжения частного жилья.

Компрессор, разработанный LG, а также ряд интеллектуальных функций делают модель Therma V R32 Split ещё более уникальной. Спроектированный с учётом потребления до 90% энергии системы, R1 — первый в мире гибридный спиральный компрессор со сквозным валом. Он сочетает в себе характеристики спирального и ротационного компрессоров для максимальной эффективности и экономичности. Инновационная технология LG позволила убрать наклонные движения спирали, сведя к минимуму потери энергии и повысив надёжность компрессора. Расширенный рабочий диапазон частоты 10–135 Гц — ещё одно впечатляющее преимущество устройства.

Вместе с эффективностью и надёжностью новый компрессор делает Therma V R32 Split ещё тише в работе.

Всё вышеперечисленное также повышает эффективность системы при работе в режиме нагрева, обеспечивая надёжную работу при низких наружных температурах (LAT) до –25 °C.

АВТОНОМНАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ

КОМПЛЕКС РАБОТ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ К ГАЗГОЛЬДЕРУ:

- доставка на объект
- земельные работы
- монтаж газопровода с цокольным вводом в дом

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ГАЗГОЛЬДЕРА – 2 ГОДА

8 800 200 24 09
mosoblgaz.ru

МОСОБЛГАЗ

Тепло и уют в каждый дом!

На правах рекламы.

«Красноярскэнергокомплект»

Новые модели Matrix

Компания ООО «ТПК «Красноярскэнергокомплект» сообщила, что линейка источников бесперебойного питания Matrix расширена новыми мощными моделями — это устройства Matrix 1800 и 3000. Внешнее конструктивное отличие от младших моделей — вертикальный корпус на вращающихся опорах с колёсиками. Внушительный вес прибора диктует подобную конструкцию: она даёт возможность без труда перемещать ИБП на нужное место.

Инвертор (источник бесперебойного питания) обеспечивает стабильное и бесперебойное напряжение в случае полного отключения сети питания. В случае отключения от сети переключение на работу с использованием инвертора происходит автоматически. Предназначен для работы с насосами, автоматическими котлами и бытовыми приборами в диапазоне мощности от 300 до 3000 Вт. Перечислим ключевые преимущества модели. Мощностной ряд: 300, 450, 600, 900, 1200, 1800 и 3000 Вт. ИБП Matrix выдаёт форму выходного сигнала «чистый синус», который необходим для правильной работы насосов и блоков управления, причём использование других видов сигналов (меандр, модифицированный синус) может пагубно сказаться на работе устройств — они могут издавать шумы, а в процессе продолжительного использования вовсе прекратят свою работу. Встроенный сетевой фильтр подавляет высокочастотные помехи. Встроенный стабилизатор напряжения. Позволяет сэкономить на отдельном стабилизаторе и получить стабильное напряжение на выходе. Также обеспечить защиту от скачков напряжения и перегрузок. Более подробная информация — на сайте производителя.

BAXI

Старт продаж BAXI Energy

ООО «БДР Термия Рус» объявила о старте продаж стабилизаторов напряжения BAXI Energy 400 и BAXI Energy 550. Это устройство защищает котлы от широкого перечня возможных проблем с электричеством, таких как пониженное или повышенное входное напряжение, высоковольтные выбросы, гармонические искажения и прочие электрические помехи. Инверторный стабилизатор, в отличии от классических электромеханических моделей, дважды преобразует сеть и обеспечивает качественное электропитание. Установка такого стабилизатора вместе с котлом BAXI защищает оборудование от возможных поломок и позволяет продлить гарантийный срок на котлы BAXI. Расширенная трёхлетняя гарантия распространяется на настенные и напольные газовые котлы торговой марки BAXI мощностью до 100 кВт. На сам инверторный стабилизатор также даётся трёхлетняя гарантия. Другие уникальные преимущества инверторных стабилизаторов BAXI — это широкий рабочий диапазон входного напряжения от 90 до 380 В и отсутствие (0 мс) задержки при срабатывании.

Более подробная информация о продукте доступна на сайте компании.

WILO

«Meibes powered by Wilo» – новые группы быстрого монтажа

Компания WILO Rus совместно с компанией Meibes анонсировали запуск новой продуктовой линейки. Совместный проект двух известных немецких брендов призван обеспечить быстрый, комфортный и качественный монтаж обвязки котельных. Так, в ассортимент из семи артикулов войдут группы с прямым контуром, смесительные группы и группы с термостатом, а также два вида коллекторов и гидравлическая стрелка, которые разработаны для работы в системе с рабочим давлением 6 бар. Все насосные группы укомплектованы энергоэффективными насосами Wilo-Para SC 25-7.0 с максимальным напором в 7 м. Среди основных преимуществ комплексного предложения — несколько видов коллекторов, имеющих от двух до пяти отопительных контуров и возможность монтажа на коллекторе как сверху, так и снизу. Уникальная гидравлическая стрелка включает в себя функции сепарации воздуха и шлама, что стабилизирует и делает систему более долговечной.

Гарантия на оборудование будет действовать пять лет, за исключением приборов управления и систем автоматизации в составе комплектных установок. На них гарантия составит 24 месяца.

По словам Евгения Комиссарова, менеджера по развитию бизнеса «Бытовой подсегмент» компании WILO Rus, обвязка котла требует технически грамотного подбора всех компонентов и, самое главное, качественного выполненного монтажа. От этих факторов напрямую зависит безаварийность и эффективность

системы отопления. Группы быстрого монтажа обеспечивают не только максимально короткие сроки установки, но и снижают риск вероятных расчётных и монтажных ошибок, позволяя существенно сэкономить на монтажных затратах. Помимо всего, это готовое решение имеет визуально привлекательный вид и экономит место при размещении коммуникаций в котельной.

Testo

Прибор testo 440 внесён в Госреестр средств измерений РФ

Прибор нового поколения для систем ОВиК testo 440 успешно прошёл метрологические испытания, по итогам которых внесён в Государственный реестр средств измерений. Электронная версия свидетельства о регистрации №75219 сроком до 2 июня 2024 года в ближайшее время будет доступна на официальном сайте Testo.

testo 440 — это компактный прибор с универсальной рукояткой для подключения сменных Bluetooth и проводных зондов измерения любых параметров для оценки качества воздуха в помещении. В память прибора уже предустановлены интуитивные, чётко структурированные меню для основных измерений в системах вентиляции и кондиционирования. А для передачи и документирования данных используются USB-интерфейс и опциональный принтер.

LG Electronics

Десятилетний юбилей донорского проекта LG

Десятилетний юбилей донорского проекта LG продолжился 32-й акцией по сдаче крови LG Electronics и «Эльдорадо». Более 60 сотрудников компаний, многие из которых регулярные доноры, объединились, посвятив добрые дела Всемирному дню донора. Акцию посетили послы добрых дел LG Electronics: со-основатель «зелёного» марафона «Бегущие сердца» Полина Киценко, футболисты Андрей Ещенко и Артём Ребров, а также друзья LG — актёр Вячеслав Манучаров, основатель агентства PR Trend Екатерина Одинцова, режиссёр Егор Кончаловский, российский дизайнер Белла Потёмкина, известный блогер Айза Анохина, телеведущая Алеся Шикун.

На правах рекламы.

АВИТОН

NORD COMPANY
СЕВЕРНАЯ КОМПАНИЯ

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

О выборе регулятора давления для систем водоснабжения многоквартирных домов

В соответствии с Федеральным законом от 23 ноября 2009 года №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и другими нормативными документами, вводимые в эксплуатацию при строительстве, реконструкции или капитальном ремонте многоквартирные дома (МКД) должны быть оборудованы регуляторами давления воды в системах холодного и горячего водоснабжения на вводе в дом, в квартиры и помещения общего пользования. Применение квартирных регуляторов давления (КРД) необходимо для выполнения нормативных требований в части обеспечения допустимых давлений у санитарно-технических приборов и рационального использования воды и энергетических ресурсов в жилых помещениях.

Проектирование внутренних централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения многоквартирных домов основывается на требованиях к системам, реализация которых должна обеспечить в процессе эксплуатации оптимальные режимы функционирования систем. При этом эффективность проектных решений в значительной степени зависит от соответствия методической и нормативной базы. К сожалению, в действующих нормативно-правовых документах на проектирование и эксплуатацию внутренних систем водоснабжения зданий требования к ним сформулированы недостаточно полно и лишь в общем виде, часто противоречат друг другу и не позволяют выбрать конструктивные решения и провести их расчёт, обеспечивающий безусловное выполнение обязательных требований нормативно-правовых документов. Поэтому применение действующих нормативно-технических документов повышает вероятность проектных ошибок при определении параметров систем водоснабжения многоквартирных домов.

Анализ действующих нормативных документов, проведённый с целью разработки рекомендаций по формированию методического обеспечения, подтверждает необходимость совершенствования порядка проведения гидравлического расчёта систем водоснабжения МКД [1, 2].

Применение квартирных регуляторов давления необходимо для выполнения нормативных требований в части обеспечения допустимых давлений у санитарно-технических приборов и рационального использования воды и энергетических ресурсов в жилых помещениях

Рецензия эксперта на статью получена 20.05.2019 [Expert review on the article received on May 20, 2019].

УДК 628:179. Научные специальности: 05.23.03; 05.23.04.

О выборе регулятора давления для систем водоснабжения многоквартирных домов

Юрий Н. Зотов, к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Академия строительства и архитектуры Самарского государственного технического университета (АСА СамГТУ); **Ирина Ю. Михайлова**, инженер общебольничного немедицинского персонала, ГБУЗ «Самарская областная детская клиническая больница имени Н. Н. Ивановой»

Рассмотрены вопросы, связанные с выбором квартирных регуляторов давления для систем холодного и горячего водоснабжения многоквартирных домов. Обоснована необходимость совершенствования порядка проведения гидравлического расчёта систем водоснабжения. Приведены методики определения расчётных расходов холодной и горячей воды и выбора квартирных регуляторов давления для внутренних систем водоснабжения.

Ключевые слова: *квартирный регулятор давления, многоквартирный дом, методическое обеспечение.*

UDC 628:179. Numbers of scientific speciality: 05.23.03; 05.23.04.

About the choice of pressure controller for water systems of apartment buildings

Yuri N. Zotov, PhD, Associate Professor of the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation Chair, Architecture and Civil Engineering Institute of Samara State Technical University (ACEI of Samara Polytech); **Irina Yu. Mikhailova**, engineer of General hospital non-medical personnel, State Budgetary Institution of Health Care "Samara regional children's clinical hospital named after N. N. Ivanova"

The questions connected with the choice of apartment pressure regulators for systems of cold and hot water supply of apartment buildings are considered. The necessity of improving the procedure of hydraulic calculation of water supply systems. The methods of determining the calculated costs of cold and hot water and the choice of apartment pressure regulators for internal water supply systems are given.

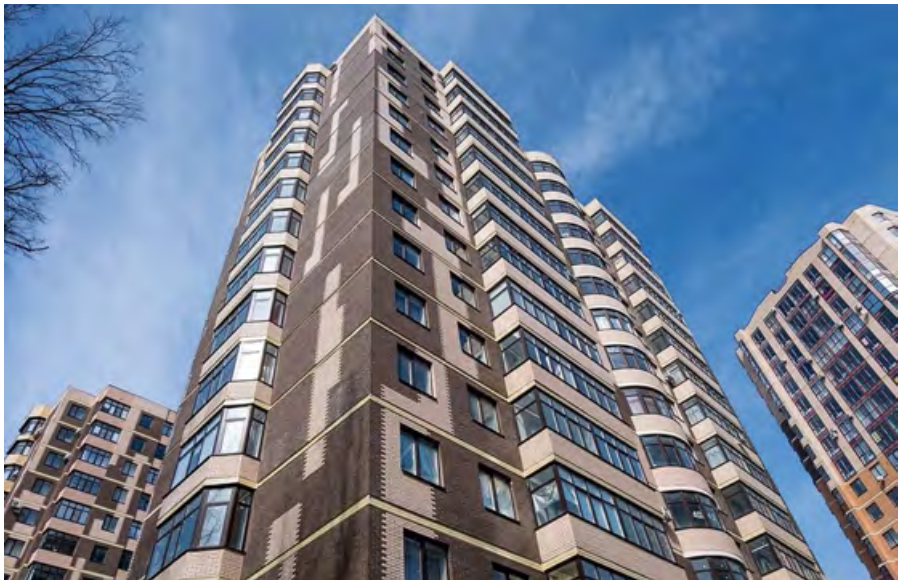
Key words: *apartment pressure regulator, apartment building, methodological support.*

Основным фактором, требующим совершенствование методик гидравлического расчёта внутренних систем водоснабжения, является изменение с 1 января 2016 года функционального назначения инженерных систем объектов капитального строительства и необходимость осуществления эксплуатации МКД с учётом требований жилищного законодательства (п. 24 ст. 1 и п. 10 ст. 55.24 Федерального закона от 29 декабря 2004 года №190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации», в редакции от 25 декабря 2018 года).

Проиллюстрируем возможные пути практической реализации указанных норм нормативно-правовых документов (разработанных сотрудниками Академии строительства и архитектуры Самарского государственного технического университета под руководством д.т.н., профессора А.К. Стрелкова) на примере выбора типоразмера квартирного регулятора давления «после себя» для централизованной системы хозяйственно-питьевого водоснабжения МКД.

За последние годы в России нашли применение КРД различных производителей. Существуют рекомендации по их применению, изданные как фирмами-производителями, так и содержащиеся в нормативно-технических документах. Однако, с учётом изменений в нормативно-правовых документах, необходима более строгая аргументация выбора величин расчётных расходов на вводе в квартиру и выходного (настроечного) давления КРД.

Данные рекомендации по выбору величин объёмных расходов и давлений при эксплуатации систем водоснабжения и безопасности использования сантехнических приборов установлены ГОСТ Р 55023–2012 «Арматура трубопроводная. Регуляторы давления квартирные. Общие технические условия» — диапазон рабочих объёмных расходов от 0,05 до 0,5 л/с и величина выходного давления $p_{вых} = 0{,}27 \pm 0{,}02$ МПа.



За последние годы в России нашли применение квартирные регуляторы давления различных производителей. Существуют рекомендации по их применению. Однако, с учётом изменений в нормативно-правовых документах, необходима более строгая аргументация выбора величин расчётных расходов на вводе в квартиру и выходного (настроечного) давления КРД

Расчётный расход холодной и горячей воды на вводе в квартиру

В Постановлении Правительства РФ от 6 мая 2011 года №354-ПП «Правила предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» указано, что подача воды потребителям в МКД должна быть не ниже установленных нормативов потребления холодной и горячей воды — это «требование насыщения потребности» (необходимость полного удовлетворения потребности в коммунальных услугах в любой момент её возникновения).

Однако в СП 30.13330.2016 «Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01–85*» (утверждён приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 16 декабря 2016 года №951/пр) не учтены некоторые нормы Федерального закона №190-ФЗ, что не позволяет однозначно провести оценку соответствия проектных решений проектируемых внутренних систем водоснабжения МКД обязательным требованиям технических регламентов.

Требование насыщения потребности, указанные в №354-ПП, учтены в методике определения расчётных расходов холодной и горячей воды систем внутреннего водопровода МКД [1].

Определение расчётных (предельных) расходов воды производится на основании следующих исходных данных: нормативы потребления холодной (c) и горячей (h) воды $N_w^{c(h)}$, м³/(мес.·чел.); общая площадь квартиры $S_{общ}$, м²; норма предоставления жилой площади $S_{нор}$, м²; число санитарных приборов N, установленных в квартире, шт.

Расчёт проводится в следующей последовательности:

- величина расхода воды одним человеком в средние сутки:

$$Q_{u,\mathrm{m}}^{c(h)} = \frac{N_w^{c(h)}}{28}, [\frac{\text{м}^3}{\text{сут.·чел.}}], \quad (1)$$

где 28 — минимальное число дней в феврале месяце;

- число жителей в квартире:

$$U = \frac{S_{\text{общ}}}{S_{\text{нор}}}, [\text{чел.}]; \quad (2)$$

- величина максимального суточного расхода воды одним человеком:

$$Q_{u,\max}^{c} = Q_{u,m}^{c(h)} K_{dl,\max}, [\frac{\text{м}^3}{\text{сут.·чел.}}], \quad (3)$$

где $K_{dl,\max}$ — коэффициент максимальной суточной неравномерности водопотребления, который следует определять по СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02–84*»;

- величина максимального суточного расхода воды для одной квартиры:

$$Q_U^{c(h)} = Q_u^{c(h)} U, [\frac{\text{м}^3}{\text{сут.}}]; \quad (4)$$

- величина среднечасового расхода воды для одной квартиры:

$$q_{T,U}^{c(h)} = 1000 \frac{Q_U^{c(h)}}{24}, [\frac{\text{л}}{\text{ч}}]; \quad (5)$$

- величина коэффициента максимальной часовой неравномерности водопотребления (определяется по Своду Правил 30.13330.2016 «Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01–85*»), исходя из числа санитарных приборов $K_{hr,\max}^{c}(K_{hr,\max}^{h})$, установленных в одной квартире;

- величина максимального часового расхода для одной квартиры:

$$q_{hr,U}^{c(h)} = q_{T,U}^{c(h)} K_{hr,\max}^{c(h)}, [\frac{\text{л}}{\text{ч}}]; \quad (6)$$

- величина предельного секундного расхода для одной квартиры:

$$q^{\lim,c(h)} = \frac{q_{hr,U}^{c(h)}}{3600}, [\frac{\text{л}}{\text{с}}]. \quad (7)$$

Рассчитанные по формулам (1)–(7) величины максимальных (предельных) секундных расходов для различных (по числу проживающих жильцов) квартир используются в качестве исходных данных для выбора типоразмеров квартирных регуляторов давления для систем холодного и горячего водоснабжения и для проведения гидравлического расчёта внутридомовых систем холодного и горячего водоснабжения.

Определение выходного (настроечного) давления

Разработчики ГОСТ Р 55023–2012 обосновывали выбор величины максимального давления после регулятора (0,27 МПа) необходимостью выполнения требований СНиП 2.04.01–85* «Внутренний водопровод и канализация зданий» (Приложение 2), то есть необходимостью обеспечения расхода воды через душ, установленный на смесителе, который должен быть равен 0,2 л/с. После проведения гидравлических испытаний различных рассекателей, для которых расходы в соответствии с их паспортными данными меньше 0,2 л/с, было установлено, что для обеспечения «нормативного» расхода через душ (величиной 0,2 л/с) давление перед рассекателем должно быть не менее 0,15 МПа во всём диапазоне суммарных расходов воды в квартире. При полном прекращении потребления в подводках к водоразборным приборам устанавливается величина давления, равная 0,35 МПа (безрасходный режим), что, по их мнению, согласуется с требованиями паспортных данных для большинства смесителей.

Регуляторы давления способны компенсировать изменение перепада давления на регулируемом участке только в пределах изменения расхода регулируемой среды, который определяется перепадом давления

Такие выводы не является обоснованными, так как рекомендуемые величины давлений перед рассекателем по крайней мере в три раза превышают значения свободных напоров (давлений) перед соответствующими санитарными приборами, технические характеристики которых приведены в Приложении 2 СНиП 2.04.01–85* или в их паспортах. На наш взгляд, принятые авторами ГОСТ Р 55023–2012 величины максимального давления за клапаном обусловлены необходимостью обеспечения устойчивого регулирования КРД расчётных напоров и расходов воды на подводках к водоразборным приборам, а не необходимостью выполнения требований СНиП 2.04.01–85*. Поэтому при определении величин максимального давления за редуктором целесообразно проводить расчёты, используя известные гидравлические закономерности напорного движения жидкости в трубах с учётом граничных условий для конкретных моделей (нормативные условия по шуму и кавитации).

В соответствии с рекомендациями фирм-изготовителей в основе подбора квартирного регулятора давления лежит его условная пропускная способность K_{vs}. При выборе регулятора давления данная величина должна быть больше или равна расчётной пропускной способности элементов регулируемого участка водопроводной сети. Условная пропускная способность регулятора давления K_{vs} зависит от расхода воды через клапан и падения давления на регулируемом участке после клапана, а расчётная пропускная способность элементов регулируемого участка водопроводной сети K_{v} зависит от величин диаметров подводок к водоразборным приборам, пропускной способности водоразборного оборудования и скорости воды через клапан.

Однако оптимальные значения диаметров на отдельных участках сети, равно как и соответствующие им значения скоростей, до момента окончания гидравлического расчёта неизвестны. Более того, регуляторы давления способны компенсировать изменение перепада давления на регулируемом участке только в пределах изменения расхода регулируемой среды, который определяется перепадом давления на регуляторе и фиксированным диапазоном его пропускной способности. То есть допустимый перепад давления на регуляторе давления и на регулируемом участке водопроводной сети лимитирован, а величина перепада зависит от условного прохода регулятора и его типа.

Основными исходными данными при выборе регулятора являются: расчётные расходы воды; давление до регулятора; давление после регулятора; величины диаметров подводок к водоразборным приборам; требуемые расчётные давления у водоразборных приборов; зависимость потерь давления на регуляторе от его условного прохода и расхода воды на регулируемом участке. Отметим, что такая методика является приближенной, так как некоторые исходные данные, используемые для выбора регулятора до момента окончания гидравлического расчёта, неизвестны, а её практическая реализация предусматривает проведение проектного и поверочного гидравлического расчёта.

Выбор регулятора значительно упрощается, если использовать методику, разработанную АСА СамГТУ [3], по которой определение типоразмера регулятора производится на основании следующих исходных данных: максимальный и минимальный расчётные расходы воды на регулируемом участке; требуемое расчётное давление у водоразборных приборов; зависимость скорости воды от условного

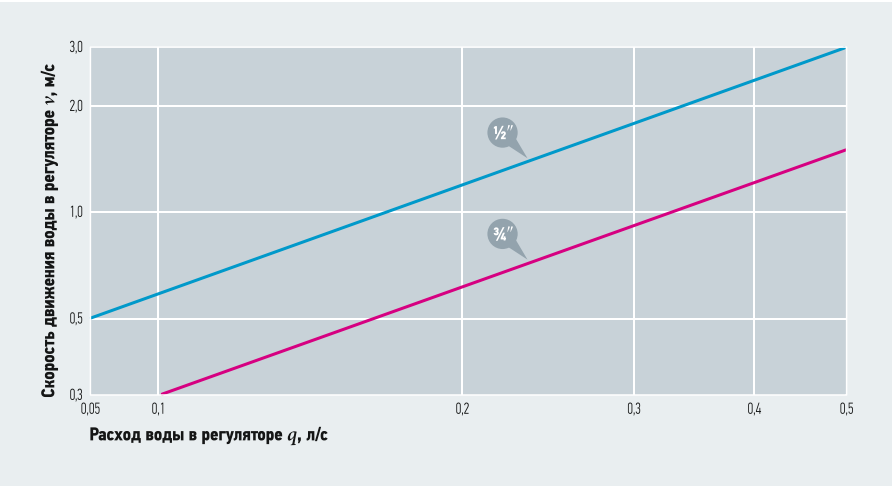


Рис. 1. Зависимость скорости движения воды в регуляторе от расхода

прохода регулятора и расхода воды на регулируемом участке. В отличие от традиционного, при таком подходе все исходные данные могут быть однозначно определены до момента проведения гидравлического расчёта.

Определение исходных данных и последовательность выбора КРД проиллюстрируем с использованием паспортных данных поршневого регулятора давления прямого действия Valtec VT.087 [4] для квартиры, оборудованной централизованными системами холодного и горячего водоснабжения. Число жителей в одной квартире — семь человек. Санитарно-техническое оборудование, установленное в квартире: мойка, ванна, умывальник и унитаз. Норматив потребления холодной воды составляет 7,9 м³/(мес.·чел.).

При выборе исходных данных, в случае применения регулятора VT. 087, необходимо выполнить следующие основные требования и расчёты:

- скорость движения воды в регуляторе не должна превышать $v_{max} = 2{,}0$ м/с;
- потери давления на регуляторе по отношению к настроечному не должны превышать 0,12 МПа ($\Delta p_{пред} = 0{,}12$ МПа);
- расчёт предельного расхода холодной воды на вводе в квартиру.

Результаты расчёта:

- максимальный расчётный расход холодной воды для квартиры — 0,238 л/с [расчёт по (1) и (3)–(7) — см. табл. 1];
- минимальный расчётный расход холодной воды для квартиры — 0,1 л/с (минимальный расход одного из четырёх водоразборных приборов в квартире);
- минимальное допустимое давление перед расчётным водоразборным прибором — 0,02 МПа (паспортные данные умывальника с водоразборным краном);
- по графику зависимости скорости движения воды от условного прохода регулятора и расхода воды на регулируемом участке выбраны диаметр условного прохода регулятора (Ду = 0,5″) и допустимый диапазон изменения скорости воды на регулируемом участке $v = 0{,}6$–$1{,}6$ м/с (рис. 1);
- исходя из величин минимальной и максимальной скоростей сделано заключение о выполнении требования к регулятору в части «не превышения» допустимого уровня шума ($v_{max} < 2{,}0$ м/с);
- по паспортным данным регулятора [4] определены максимальные и минимальные потери давления в регуляторе — это $\Delta p_{max} = 0{,}06$ МПа и $\Delta p_{min} = 0{,}035$ МПа;
- исходя из величин максимального и минимального перепадов давления в регуляторе сделано заключение о выполнении требования к регулятору в части «не превышения» потерь давления на регуляторе по отношению к настроечному ($\Delta p_{пред} < 0{,}12$ МПа);
- допустимые максимальные и минимальные потери давления на регулируемом участке в примере не приведены, так как многочисленные расчёты, проведённые авторами статьи, показали, что для квартирных регуляторов давления выполнение этого пункта не является обязательным, поскольку возможный дисбаланс по потерям давления в ответвлениях целесообразно устранять используя известные дросселирующие устройства;
- с учётом трассировки в квартире производится выбор величин диаметров на всех регулируемых участках водопроводной сети (в примере не приведены);
- по величинам допустимого давления перед расчётным водоразборным прибором, гидравлических потерь на участке за регулятором и разнице высот между регулятором и водоразборными приборами производится расчёт давлений перед каждым водоразборным прибором в квартире (в примере не приведены).

Расчёт предельного расхода холодной воды на вводе в квартиру табл. 1

№	Параметр	Значение	№	Параметр	Значение	№	Параметр	Значение
1	$Q^c_{u,m}, [\frac{м^3}{сут.\cdot чел.}]$	0,282	4	$q^c_{hr,U,m}, [\frac{л}{ч}]$	107,042	7	$q^c_{0,des,lim}, [\frac{л}{с}]$	0,238
2	$Q^c_{u,max}, [\frac{м^3}{сут.\cdot чел.}]$	0,367	5	$K^c_{hr,max}$	8,396			
3	$Q^c_{U,max}, [\frac{м^3}{сут.}]$	2,569	6	$q^c_{hr,U,max}, [\frac{л}{ч}]$	856,800			

Заключение

Анализ нововведений в системе правового регулирования в сфере водоснабжения и водоотведения позволил выявить новые методологические аспекты, развить и усовершенствовать методику гидравлического расчёта внутренних систем водоснабжения в МКД. Обоснована необходимость проведения гидравлического расчёта участков водопроводной сети для двух режимов — максимального и минимального — с целью определения исходных данных, необходимых для выбора квартирных регуляторов давления.

Разработана новая методика определения расчётных расходов холодной и горячей воды на вводах в квартиру, в которой учтены требования Градостроительного кодекса Российской Федерации. Разработана новая методика выбора квартирного регулятора давления, по которой все исходные данные могут быть однозначно определены до момента проведения гидравлического расчёта.

Полученные результаты аналитического исследования являются составной частью разработанной в АСА СамГТУ системы методов, позволяющих развить и усовершенствовать существующие методики гидравлического расчёта внутренних систем водоснабжения МКД.

1. Стрелков А.К., Зотов Ю.Н., Зотова И.Ю. Методическое обеспечение гидравлического расчёта внутренних систем водоснабжения в многоквартирных домах // Водоснабжение и санитарная техника, 2013. №8. С. 15–21.
2. Стрелков А.К., Зотов Ю.Н., Михайлова И.Ю. Взаимосвязь технического регулирования в строительстве с правовым регулированием деятельности в сфере жилищно-коммунального хозяйства // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: Сб. статей под ред. М.В. Шувалова, А.А. Пищулева, А.К. Стрелкова. — Самара: СамГТУ, 2018. С. 201–204.
3. Стрелков А.К., Зотов Ю.Н., Зотова И.Ю. Расчёт гидравлических режимов работы внутренних систем водоснабжения в многоквартирных домах // Водоснабжение и санитарная техника, 2014. №8. С. 15–19.
4. Технический паспорт изделия Valtec модель VT.087 [Электр. ресурс]. Режим доступа: valtec.ru. Дата обращ.: 12.05.2018.
5. Стрелков А.К., Зотов Ю.Н., Михайлова И.Ю. Об оптимизации внутренних систем водоснабжения при проектировании // Научное обозрение, 2014. №4. С. 98–101.

References — see page 94.

САНТЕХНИКА
И ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Что скрывает «американка», или Казусы сантехники

Арматура с накидной гайкой широко использовалась ещё в царской России, о чём свидетельствуют иллюстрации в сантехнических каталогах тех времён. Однако тогда её не называли «американкой». Это сленговое слово появилось в советскую эпоху, что было в духе оттепели 1960-х годов. Именно тогда генсек Никита Хрущёв экспериментировал и адаптировал в советском обществе американские новшества: попкорн (воздушная кукуруза), кукурузные хлопья, хотдог (сосиска в тесте), молочный коктейль и газированные напитки с пластиковой соломинкой, а бургер превратился в «горячую московскую котлету». Но была ли «американка» действительно товаром из США? Компания Profactor Armaturen GmbH предприняла собственное расследование, чтобы раскрыть историю появления «американки» на российском рынке и попыталась найти автора или источник этого сленгового недоразумения.

Автор: Густав РАЙШ, технический специалист компании Profactor Armaturen GmbH

Предисловие

Появление сантехнической арматуры с накидной гайкой в Советском Союзе связано непосредственно со строительством гостиницы «Россия», которую спроектировали и возвели в 1962–1967 годах для делегатов Верховного Совета. Во время партийных съездов они приезжали в столицу из всех республик СССР и заселялись в гостиницу «Москва», но в ней уже не хватало места. Поэтому руководство страны решило построить для делегатов современный гостиничный комплекс в историческом центре города, способный принять и комфортно разместить одновременно несколько тысяч постояльцев. За работу взялась группа архитекторов под руководством Дмитрия Чечулина.

Для реализации грандиозного проекта были привлечены лучшие отечественные и зарубежные подрядчики, поставщики стройматериалов и сантехнического оборудования. В их числе находилась датская компания Danfoss — производитель тепловой автоматики, холодильной и приводной техники. Европейская фирма была основана в 1933 году, а к 1960-м годам стала мировым лидером в производстве отопительного оборудования.

Компания Danfoss прошла конкурсный отбор и получила огромный государственный заказ на монтаж отопительной системы и установку обвязки радиаторов в 3000 номерах, ресторанах и барах, концертном зале и кинотеатре, в холлах и фойе, а также в других помещениях гостиничного комплекса. Это был крупнейший контракт в истории датской фирмы — до середины 1970-х годов гостиница «Россия» удерживала в Книге рекордов Гиннеса позицию самого большого и передового отеля Европы.

Фирменное клеймо в виде буквы «D» (заглавная буква в названии компании Danfoss) и нанесенная на оборотной стороне корпуса изделия аббревиатура «DIN» являлись официальным свидетельством европейского качества товара, подтверждённого Немецким институтом по стандартизации

Датская компания предоставила заказчику радиаторные терморегуляторы, термостатические клапаны с накидной гайкой (позже названные «американками») и другое оборудование для установки на всех отопительных приборах гостиничного комплекса. На каждом латунном изделии производитель поставил фирменное клеймо — «D» (заглавная буква в названии компании Danfoss), а на оборотной стороне корпуса нанёс аббревиатуру «DIN» (фото 1 и 2). Это официальное свидетельство европейского качества товара, подтверждённое Немецким институтом по стандартизации (Deutsches Institut für Normung e.V., DIN), традиционно используется многими производителями из Европы до сих пор.

Фото 2

Фото 1

Фото 3

В странах Европы и Азии, Южной и Северной Америки приняты совершенно разные наименования арматуры с накидной гайкой и ни одно из них не совпадает с русским обозначением. Немцы, например, называют арматуру с накидной гайкой Verschraubung. Но история соединения начинается не в Германии, а в Швейцарии

В компании Profactor Armaturen GmbH сохранилась одна из деталей Danfoss, установленная во время строительства гостиницы «Россия». Латунный термостатический клапан исправно работал в системе отопления около сорока лет, пока его не демонтировали в 2010 году до полного сноса легендарного здания. Невероятно, но после столь долгой эксплуатации клапан выглядит как вполне современное и практически новое изделие (фото 3 и 4).

В 1960-х годах радиаторная продукция Danfoss считалась уникальной передовой разработкой и была впервые приобретена заказчиком в СССР, поэтому в Москву командировали рабочую группу специалистов-датчан для помощи в установке ноу-хау в советской гостинице.

По условиям контракта Danfoss брала на себя обслуживание оборудования и гарантировала замену в случае поломок или выхода деталей из строя. Эти услуги датская фирма оказывала до 2006 года, то есть до момента закрытия гостиницы «Россия». За сорок лет эксплуатации изделия европейского качества ни разу не подвели. Более того, их выкручивали и приспосабливали к отопительным приборам на других объектах.

Фото 4

Дореволюционный каталог «Оригинальные Швейцарские Соединения Марки +GF+» Акционерного общества «ЖОРЖЪ ФИШЕРЪ»

Таким образом, установка в гостинице «Россия» европейской арматуры с накидной гайкой стала «первой ласточкой», которая открыла дорогу «американкам» в освоении советского сантехнического хозяйства.

Элемент соединения из прошлого

За пределами России и постсоветского пространства никто не понимает, что такое «американка», и не использует это выражение в сантехнической сфере. В странах Европы и Азии, Южной и Северной Америки приняты совершенно разные наименования арматуры с накидной гайкой, и ни одно из них не совпадает с русским обозначением.

Немцы, например, называют арматуру с накидной гайкой *Verschraubung* (в переводе с немецкого языка «*винт*» или «*привинчивание*»). Но история соединения начинается не в Германии, а в Швейцарии.

В компании Profactor Armaturen GmbH сохранился раритетный каталог «Оригинальные Швейцарские Соединения Марки +GF+», выпущенный в 1912 году Акционерным Обществом Железоделательных и Сталелитейных Заводов «ЖОРЖЪ ФИШЕРЪ», располагавшемся в северном кантоне Швейцарии Шаффхаузен (Schaffhausen) — см. фото.

Дореволюционный каталог сантехнических товаров Торгового дома «Братья Млынарские»

Страница из каталога Торгового дома «Братья Млынарские»

Дореволюционный каталог товарищества «Василий Осипович Красавин с Братьями»

ОРИГИНАЛЬНЫЯ ШВЕЙЦАРСКІЯ СОЕДИНЕНІЯ
МАРКИ +G F+
Тройники 90°
№ 139 съ соедин. гайкой, съ плоскимъ уплотненіемъ
прямые
съ переходной соедин. гайкой
№ 140 съ соедин. гайкой, съ плоскимъ уплотненіемъ
прямые
съ переходной соедин. гайкой
№ 141 съ соедин. гайкой, съ плоскимъ уплотненіемъ
прямые
съ переходной соедин. гайкой
Размѣры необязательны; измѣненія допустимы.

:: **Фото 5. Тройники 90° с накидной гайкой**

В уникальном издании представлены чёрно-белые графические иллюстрации арматуры с накидной гайкой в разном положении и в разрезе. В широком ассортименте инженерной сантехники встречаются соединения с накидной гайкой — тройники 90° (фото 5). Есть *«тройники с накрывающей соединительной гайкой для труб без резьбы на концах»* (фото 6), а также *«тройники с двумя соединительными гайками»* (фото 7).

№ 144 съ накрывающей соединит. гайкой для трубъ, безъ рѣзьбы на концахъ
Патентованные.
прямые
переходные
Размѣры необязательны; измѣненія допустимы.

:: **Фото 6. Тройники с накрывающей соединительной гайкой для труб без резьбы на концах**

ОРИГИНАЛЬНЫЯ ШВЕЙЦАРСКІЯ СОЕДИНЕНІЯ
МАРКИ +G F+
Тройники 90°
№ 147 съ 2 соедин. гайками, съ плоскимъ уплотненіемъ, прямые
съ переходными соедин. гайками
S и S_1 — отверстія ключей.

:: **Фото 7. Тройники с двумя гайками**

Швейцарский каталог, выпущенный более 100 лет назад, удивляет наличием сантехнической арматуры, во многом совпадающей с современными высокотехнологичными изделиями, включая «американки». Наглядным примером служат *«тройники с соединительной гайкой с конусообразным уплотнением»* (на фото 8). Аналогичные изделия в настоящее время выпускают многие европейские производители, в том числе компания Profactor Armaturen GmbH.

№ 151 съ соед. гайкой, съ конусообразнымъ уплотн. прямые
переходные
S и S_1 — отверстія ключей.
№ 152 съ соед. гайкой, съ конусообразнымъ уплотн., прямые
S и S_1 — отверстія ключей.
Размѣры необязательны; измѣненія допустимы.

:: **Фото 8. Тройники с соединительной гайкой с конусообразным уплотнением**

Получается, что «американка» стала наследницей швейцарских соединений с накидной гайкой, созданных на рубеже XIX–XX веков. В то время швейцарская сантехника стала настолько популярной и востребованной, что её производство было вскоре перенесено в Германию, а потом и в другие европейские страны.

В начале XX века рассматриваемая арматура уже была известна в России и широко использовалась в качестве «швейцарских соединений». Их закупали и доставляли из Европы торговые дома «Братья Млынарские», «Василий Осипович Красавин с Братьями» и другие дистрибьюторские купеческие конторы.

После революции 1917 года торгово-экономические связи советской России с Европой распались, все поставки прекратились, из-за чего ассортимент потребительских товаров на отечественном рынке резко сократился. Зарубежную сантехнику в СССР закупать перестали, а её производство внутри страны ещё не было достаточно развито.

Европейские соединения исчезли из советского хозяйства. Что же случилось? Почему отечественная промышленность не стала выпускать собственные «американки», которые невыгодно было закупать за рубежом?

Главной причиной, очевидно, была экономия и снижение затрат на производство сложного сантехнического изделия, состоящего из нескольких частей. Выпуск «американок» и сейчас недешёвое удовольствие, а в советские годы и вовсе приравнивался к расточительству. Более дешёвую и эффективную замену арматуре с накидной гайкой нашли быстро. «Американку» вытеснили «сгоны»! На самом деле с их помощью можно собрать сантехнический узел любой сложности, не используя дорогостоящий импорт. Так дело и пошло. Советские сантехники начали устанавливать сгоны повсеместно, и эта традиция прижилась в стране большевиков на долгие годы.

Нужно принимать во внимание, что Советский Союз страдал от хронической болезни — тотального дефицита потребительских товаров, включая изделия сантехники. Их умудрялись ремонтировать, приспосабливать и находить новое применение при любых условиях. Всё потому, что прилавки были пусты, а доставать товары у перекупщиков или спекулянтов могли немногие граждане.

Так и жили, демонтируя старые узлы и переставляя очищенные от ржавчины и обновлённые детали в новые места. В таких условиях об «американках» и не мечтали, а сгоны всегда были под рукой. Их даже не нужно было покупать. Умельцы могли нарезать сгоны любых размеров из куска трубы. Это было «по-советски» — экономично и эффективно.

Второе пришествие

На примере строительства и оснащения гостиницы «Россия» современным оборудованием стало очевидно, что привычные соединения — сгоны — быстро устаревают, на их место приходят новые изделия. Уже в 1960-х годах европейские производители значительно продвинулись вперёд в разработке сантехнической арматуры, а советское хозяйство продолжало жить и работать по старинке. Вновь появившаяся «американка» была ещё чужда и непривычна советскому сантехнику. Но преимущества импортного товара все осознавали.

Прежде всего «американка» облегчала и ускоряла монтаж и демонтаж сантехнических узлов. Если на устранение засоров, ремонт или аварийную замену узлов мастерам приходилось тратить много сил и часов, то арматура с накидной гайкой сократила время работы и значительно её упростила.

Импортное изделие в силу своего компактного размера позволило быстро собирать, ремонтировать и заменять сантехнические узлы в самых труднодоступных, тесных и неудобных местах. К тому же два отрезка трубопровода соединяются без переходных звеньев — одной «американкой» посредством вращения накидной гайки. Такой узел можно легко разобрать.

Европейская арматура стала универсальным элементом соединения, она применяется для разных видов монтажных работ в отопительных системах, в трубопроводах водоснабжения, проточных системах и т.д. Соединение с накидной гайкой имеет множество разновидностей, в их числе шаровые краны, соединения с полусгоном, разъёмные соединения, уголки, коннекторы, штуцеры и другие фитинги. Они выпускаются с внешней и внутренней резьбой и разными диаметрами, изготавливаются из латуни, меди, нержавеющей стали и полипропилена. Бывают «американки» с сочетанием металла и пластика. Так, например, один кран-американка может заменить сразу несколько деталей: сгон с длинной резьбой, муфту, контргайку и ответную резьбу. Стыковка крана-американки происходит легко и свободно посредством вращения одной накидной гайки — это удобство давно оценили во всём мире.

На рубеже XIX–XX веков сгоны уже применялись при монтаже сантехники в Европе и в царской России. Это видно по чёрно-белым иллюстрациям сгонов в швейцарском каталоге 1912 года (фото 9). Однако во второй половине прошлого века их постепенно вытеснили и заменили в Европе фитингами и кранами с накидной гайкой. Что касается России и постсоветских республик, то сгоны здесь востребованы до сих пор и часто используются в монтажных работах.

ОРИГИНАЛЬНЫЯ ШВЕЙЦАРСКІЯ СОЕДИНЕНІЯ
МАРКИ +G F+
Длинныя рѣзьбы
безъ муфтъ и контргаекъ
No. 532
ОРИГИНАЛЬНЫЯ ШВЕЙЦАРСКІЯ СОЕДИНЕНІЯ
МАРКИ +G F+
Длинныя рѣзьбы
съ муфтой и контргайкой, съ одной обточенной поверхностью для уплотнения
No. 533

Фото 9. Дореволюционные сгоны

Усовершенствование же инженерной сантехники в Европе не останавливается, в том числе в ассортименте комплектующих деталей для коллекторных систем. Компания Profactor Armaturen GmbH поставляет в РФ шаровые краны PF MB 847 с полусгоном (справа на фото 10), в соединении которых есть нюанс — наружная резьба. Чтобы установить такой кран, необходим переходной фитинг — муфта. С появлением же новых типов шаровых

Фото 10

кранов PF MB 853 и 854 (слева на фото 10) с накидной гайкой с внутренней резьбой («американки») надобность в муфте отпала. Эта запорная арматура монтируется в коллекторную систему напрямую.

Кроме того, в Европе модернизировали шаровые краны-американки с полусгоном для водопроводных систем. Немецкие производители выпускают «американки» с кольцевым уплотнением полусгона. Например, под торговой маркой PROFACTOR производятся шаровые краны серии STANDARD с присоединённым кольцом из синтетического полимера NBR (бутадиен-нитрильный каучук), которое заменяет и не требует применения уплотнительных материалов (фото 11).

Фото 11

Почему же передовую арматуру с накидной гайкой из Европы в России продолжают упорно называть «американкой», а не «европейкой»?

Слово-недоразумение

Раскопать и найти источник или автора, окрестившего арматуру с накидной гайкой «американкой», весьма непросто. Народная молва выдаёт несколько невероятных версий появления «американки» в русском сантехническом сленге.

Некоторые «специалисты» связывают название арматуры со страной, где якобы её изобрели. Мол, стандарт резьбы в США не совпадает с европейским и применяемым для азиатской арматуры, поэтому американские инженеры придумали универсальное соединение для адаптации своих сантехнических устройств к зарубежной продукции.

Если бы «американку» действительно изобрели в США, то она во всех странах мира называлась бы одинаково. К тому же на корпусах изделий, изначально разработанных и производимых в Соединённых Штатах, ставились бы американские, а не европейские клейма.

Другая версия — с лирическим оттенком — связывает «американку» с немецким инженером и его женой. В семье часто возникали скандалы, жена-американка была недовольна мужем и упрекала его в неспособности починить дома протекающую сантехнику. Тогда инженер изобрёл арматуру с накидной гайкой, способную легко собирать и эффективно скреплять детали водопроводной системы.

Народная молва выдаёт несколько невероятных версий появления «американки» в сантехническом сленге — от практичных и здравомысленных до явно выдуманных лирических

Чтобы досадить сварливой жене, немец якобы назвал своё ноу-хау «американка» и тем самым объяснил и увековечил причину возникновения нового соединения. Якобы так и началось похождение «американки» по Европе и другим странам мира.

Странно получается, действие истории разворачивается в Германии, местный инженер называет своё изобретение «американкой», а сами немцы ничего об этом не слышали и никогда не употребляли это выражение. Так, может, эта версия родилась не в Германии, а в России?! Если бы в ней упоминались имя, фамилия главного героя и город, где жила его семья, то это можно было бы легко проверить. Но, согласитесь, без исторических фактов лирическая версия больше похожа на притчу.

Итак, все нити появления сленговой формулировки, так или иначе, приводят в Россию, где кто-то по незнанию или недоразумению окрестил европейскую арматуру с накидной гайкой «американкой». Так она и пошла гулять по советской стране, а после её распада вошла в «разговорник» современных сантехников.

Тёплые полы: современные решения и рыночные тенденции

Тёплые полы с теплоносителем весьма популярны и знакомы многим потребителям. Мы обратились к специалистам и попросили их ответить на ряд вопросов. Узнали, какие инновации в области повышения энергоэффективности тёплых полов сегодня являются «прорывными». Также мы выяснили, какие технологические решения и подходы к выбору материалов позволяют увеличивать срок службы тёплых полов, получили представление о новейших технологических методах повышения их надёжности, ознакомились с секретами выбора теплоносителя. Эксперты рассказали о наблюдаемых потребительских трендах и поделились мнением о роли квалификации исполнителя работ при монтаже тёплых полов.

Материал подготовил Александр ГУДКО, главный редактор журнала С.О.К.

Тимур Жарков, технический директор компании «Упонор»

— Говоря о наиболее прорывных технологиях в области повышения энергоэффективности тёплых полов, хотелось бы выделить систему управления лучистым отоплением и охлаждением Uponor Smatrix. Для максимального теплового комфорта и энергосбережения система оборудована интеллектуальной функцией автобалансировки. Это позволяет поддерживать энергозатраты для каждого помещения в доме или квартире на оптимальном уровне, благодаря чему общее энергопотребление системы почти на 20 % ниже, чем у несбалансированных систем. Smatrix постоянно, в режиме 24/7, регулирует напольное отопление в доме. Она управляет температурой теплоносителя на подаче и контролирует фактическую температуру воздуха в помещении при помощи настенного термостата. Система автоматически выставляет все параметры таким образом, чтобы потребителю было комфортно. В отличие от ручной регулировки температуры, при которой учитывается состояние системы только в определённый момент времени, Smatrix рассматривает все изменения круглосуточно. Именно функцию автобалансировки можно считать инновационной, так как она позволяет повышать энергоэффективность тёплых полов.

Помимо наличия инновационных решений, положенных в основу устройства тёплого пола, важен и подход к выбору материалов, которые позволяют увеличивать срок службы системы. То есть для того, чтобы система работала долго и без перебоев, следует внимательно изучить материалы, из которых она изготовлена. Металлические компоненты системы отопления имеют тенденцию к быстрому износу, предотвратить который позволит кислородонепроницаемый барьер труб в системе. Установив систему отопления, покупатель ожидает, что она прослужит до 30 лет. Но спустя некоторое время на её элементах, как правило, образуется ржавчина, которая приводит к повреждению, тепловым потерям и, как следствие, нарушению работы всей системы. В основе процесса коррозии лежит химическая реакция окисления: сталь, из которой состоят составляющие системы, корродирует из-за постоянного контакта с растворённым в воде кислородом. Свести к минимуму контакт теплоносителя и кислорода позволяет антидиффузный слой EVOH (сополимер этилена и винилового спирта).

Именно он позволяет трубам прослужить намного дольше, сохраняет их внешний вид, обеспечивая бесперебойную работу всей системы. Компания Uponor использует слой EVOH для изготовления труб Radi Pipe, Comfort Pipe, Comfort Pipe Plus, Combi Pipe и Smart. Эти решения полностью соответствуют установленным требованиям по кислородопроницаемости, что подтверждено российскими и европейскими сертификатами.

Кроме того, трубы Uponor PE-Xa для напольного отопления и охлаждения отличаются уникальной химической структурой, что позволяет использовать их при высоком давлении и температурах. Также они обладают повышенной гибкостью, прочностью и термической памятью.

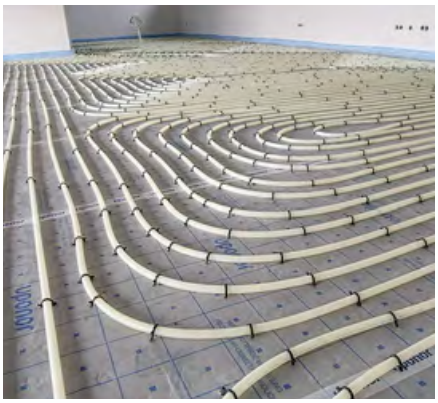
Прямым следствием темы долговечности работы тёплых полов являются нюансы выбора теплоносителя. Начнём с того, что самое главное — это помнить: ни при каких обстоятельствах нельзя допускать замерзания жидкости в трубах. Если такой риск присутствует, то в соответствии с инструкциями производителя в воду добавляются современные незамерзающие жидкости. Например, с продукцией Uponor мы рекомендуем использовать антифризы Antifrogen N и Antifrogen L, производимые Clariant, а также Tyfocor, Tyfocor L, Tyfocor LS от компании Chemie. Важно понимать, что в случае, если рекомендации производителя не соблюдаются и используется неподходящий для конкретного вида труб теплоноситель, он может их повредить.

Вышесказанное позволяет нам утверждать, что жидкостные тёплые полы — одно из лучших решений для отопления помещения. Вместе с тем иногда приходится слышать мнения о недостатках подобных тёплых полов: о необходимости поднятия пола при монтаже, сложном монтаже, высокой цене по сравнению с электрическими тёплыми полами и прочее. В ответ на это приведём пример. Uponor Minitec — это система тёплого пола с минимальной монтажной высотой. Толщина конструкции всего 1 см, что делает систему уникальной в своём роде и обеспечивает полную свободу действий при ремонте и реконструкции. Такая система — оптимальное решение для тех случаев, когда нет возможности значительно поднять уровень пола или же необходимо снизить нагрузку на перекрытия. Система укладывается непосредственно на существующий деревянный, бетонный или облицованный керамической плиткой пол. Что касается сложностей при установке, то монтаж Uponor Minitec может быть произведён одним человеком.

Также хочу заметить, что водяной тёплый пол априори более экономный в эксплуатации по сравнению с электрическим, а установка интеллектуальной системы управления Smatrix позволяет экономить до 20 % и более за счёт функции автобалансировки по сравнению с обычными системами без балансировки. Эти выкладки говорят сами за себя.

Имея интересные решения мы отдаём себе отчёт, что так или иначе следует учитывать тренды в мнениях потребителей о жидкостных тёплых полах. Начнём с того, что, по нашим данным, в потребительской среде водяные тёплые полы сегодня воспринимаются как одна из популярных «зелёных» технологий, которая повышает комфорт жителей и снижает коммунальные платежи. Такой вид отопления имеет большое количество преимуществ. В первую очередь это гарантия качества, на которую клиенты обращают

пристальное внимание. На продукцию, производимую компанией Uponor, гарантийный срок составляет десять лет. Срок службы самой системы тёплого пола составляет 50 лет, что соответствует европейским и отечественным требованиям к срокам службы полимерных трубопроводов. Ещё одно преимущество такой системы кроется в эффективном распределении тепла в квартире. Тёплые полы с жидким теплоносителем подходят для использования на любых объектах — от отопления целого многоэтажного жилого комплекса, промышленных зданий большой площади до небольшого коттеджа.



При этом многие преимущества тёплого пола могут быть нивелированы при неграмотном монтаже. Так как речь идёт о системе отопления, которая является жизненно необходимой в каждом доме и должна бесперебойно работать долгие годы, то мы, безусловно, за то, чтобы монтаж выполнялся квалифицированным и опытным специалистом. Это касается не только самого монтажа, но и ввода в эксплуатацию, а также настройки системы управления тёплыми полами. Даже учитывая тот факт, что монтаж с выходом каждой новинки становится проще, для проведения испытаний систем всё же требуются профессиональные знания и опыт.

Ошибки при укладке жидкостного тёплого пола, которые могут привести к сбоям, таковы:

1. **Укладка труб диаметром 16 мм протяжённостью более 100–120 м без расчёта проекта.** Последствия: появление холодных участков пола.
2. **Отсутствие демпферной ленты или применение дешёвых заменителей.** Последствия: образование трещин в бетонной стяжке.
3. **Неправильная схема раскладки тёплого пола.** Последствия: пол будет прогреваться неравномерно.
4. **Наличие скруток труб.** Последствия: сбои в работе системы отопления «тёплый пол».

Система поверхностного отопления aquatherm black system

Мария Бриткина, руководитель технического отдела компании Aquatherm GmbH

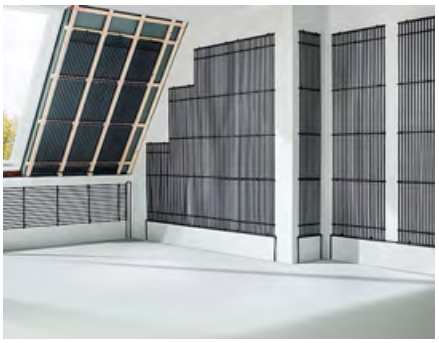
— Прогресс невозможен без внедрения инноваций в разных областях жизнедеятельности современного человека. И производство, а также использование в качестве отопительной системы тёплых полов с жидким теплоносителем не является исключением. В качестве примера приведу нашу систему поверхностного отопления aquatherm black system, которая сама по себе «реверсивна», то есть, будучи встроенной в конструкцию стен или потолка, она способна в тёплый период года работать как источник холодоснабжения.

В качестве системы для тёплого пола aquatherm black system предлагает архитектурную свободу дизайна интерьера. Будь то открытая стяжка в мастерских, производственных цехах или гаражах, плитка, паркет и ламинат в квартирах и домах, конструкция пола может быть изготовлена индивидуально и разнообразно. Особенность системы заключается в прямоугольном сечении труб, что позволяет минимизировать конструкцию пола с трубой. Кроме того, шаг труб в стандартном регистре позволяет обеспечить равномерный прогрев с пониженной температурой теплоносителя — 25–35 °С против 35–50 °С в классической системе «тёплый пол».

Благодаря своей незначительной толщине, элементы системы aquatherm black system отлично подходят для установки под штукатурку или гипсокартон («сухой» и «мокрый» монтаж). Конструктивная высота, включая коллекторы, крепёжную шину и соединения, составляет всего 24,5 мм. Регистры оснащены взаимосвязанными прямоугольными распределительными трубопроводами. Благодаря многообразию модулей высокой степени готовности, такая конструкция и способ сборки системы обеспечивают быстрый монтаж. Объём воды, требуемый для передачи необходимой тепловой энергии, равномерно распределяется через квадратные трубы (12×12 мм / 25 м трубы на 1 м^2). Таким образом, расход теплоносителя и потери давления удаётся свести к минимуму.

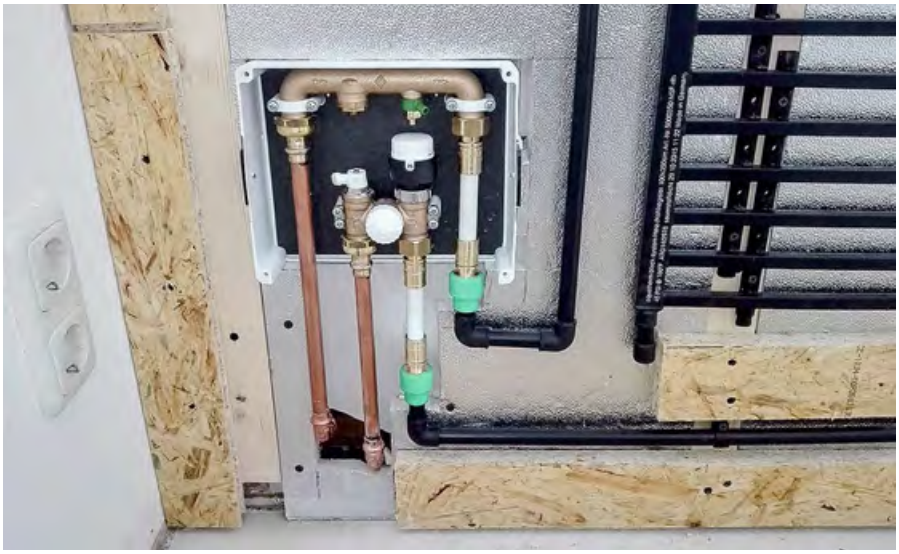
Помимо инновационной составляющей в самой конструкции отопительного решения, для обеспечения срока службы тёплых полов необходим правильный подбор материалов и технологических решений в плане обустройства системы на объекте. Во-первых, необходимо на самом старте проекта проанализировать все особенности эксплуатации объекта и только после этого принять решение о выборе той или иной системы тёплого пола. Должны быть правильно произведены все требуемые расчёты, учитывающие площадь помещения, особенности теплоизоляции здания и т.д.

Например, очевидно, что систему водяного тёплого пола невозможно реализовать в рамках квартиры во многоквартирном доме с централизованным отоплением. С другой стороны, электрический тёплый пол не может быть установлен в помещениях с высокой влажностью, а система «плёночного» тёплого пола неудобна в помещениях с произвольной установкой мебели и т.д. Расчётная мощность системы должна соотноситься с предпочтениями заказчика — понятно, что система, которая постоянно эксплуатируется в условиях пиковых нагрузок, быстрее достигнет завершения своего «жизненного цикла», нежели та, что работает в обычном режиме.



Во-вторых, серьёзным фактором, положительно влияющим на срок эксплуатации системы, как это ни банально, является использование качественных труб и электрооборудования. Лучше переплатить за дополнительные гарантии качества, чем впоследствии оплачивать разборку пола и ремонт. Необходимо выбирать трубы, которые отличаются высокой стабильностью к воздействию высоких температур и высокой теплоотдачей.

В-третьих, конечно же, должны быть обеспечены правильная подготовка основания и грамотный монтаж системы. Для начала нужно произвести качественную теплоизоляцию (и гидроизоляцию) снизу, иначе существенная часть тепла будет теряться, что вынудит потребителя повышать мощность системы. А это — путь к ускоренному износу.



Компоненты системы поверхностного отопления aquatherm black system

В-четвертых, следует правильно подобрать финишное покрытие тёплых полов. С точки зрения безопасности такой пол можно отделать любым материалом. Но чем бóльшей плотностью будет обладать облицовка, тем выше получится теплоотдача. Идеальный вариант — плитка из натурального камня, керамогранита или плотной (низкопористой) керамики, ламинат. А вот материалы малой плотности (такие как паркет или натуральная пробка) обладают низкой теплопроводностью и на полу будут играть роль нежелательной теплоизоляции, что делает их применение в качестве финишной отделки нецелесообразным.

Использование на полах с подогревом ковриков и дорожек также снижает эффективность работы тёплых полов — площадь теплоотдачи пола уменьшается на величину площади ковров. Ширина демпферной ленты должна быть достаточной, чтобы перекрывать всю площадь контакта пола со стенами. Теплоизоляция наружных стен повышает эффективность отопления на величину до 40 %.

Надёжность тёплых полов, обеспечивается, в частности, правильной укладкой труб, которая должна осуществляться в строгом соответствии с технологическими требованиями. Для водяного подогрева оптимальным вариантом является укладка по профильной теплоизоляционной плите, что значительно упростит этот процесс, обеспечив надлежащий уровень качества.

Необходимо соблюдать и базовые эксплуатационные требования, о которых подробно рассказывают производители. Как минимум, не стоит перегружать систему без необходимости. Контур водяного тёплого пола можно сделать независимым от внешних факторов (водопроводная система используется только для наполнения).

Нюансом, которому нужно уделить серьёзное внимание, является выбор теплоносителя. При его выборе для конкретной системы тёплого пола необходимо учитывать специфику проекта, материал труб, радиаторов, возможность водоподготовки на объекте перед подачей в систему. Кроме того, необходимо правильно оценить риски «замораживания/размораживания системы», то есть выхода оборудования из строя при отрицательных температурах и т.д. В общем и целом, для тех, кто постоянно переживает зимой борьбу с низкими температурами, использование антифризов является лучшим вариантом. Во всех других вариантах наиболее безопасным, практичным и доступным по цене вариантом станет использование обычной воды. Предотвратить размораживание системы можно, если строго соблюдать правила эксплуатации системы отопления и придерживаться технологических параметров работы нагревательной техники.

Несмотря на уверенное развитие сегмента тёплых полов с жидким теплоносителем, нам приходится сталкиваться с негативными мнениями о самой этой технологии. Потребители говорят о сложном монтаже, необходимости поднятия пола, «кусающейся» по сравнению с электрическими тёплыми полами цене и т.д. За счёт применения системы aquatherm black system возможно значительно упростить и ускорить процедуру монтажа, а строительная высота конструкции позволит свести поднятие пола к минимуму.

В зависимости от конструкции трубные регистры соединяются посредством муфтовой сварки (тот же принцип, который применяется при монтаже полипропиленовых труб) или при помощи специально разработанного штекерного подключения.

Некоторую долю негатива в умы потребителей вносят и производители контрафактной продукции. Однако благодаря новой системе, применяемой повсеместно на предприятиях (в том числе производящих системы тёплого пола), защита продукции и производителя осуществляется с помощью специального информационного кода, интегрированного в штрих-код на этикетке товара, и риск контрафакта на сегодня хотя и возможен, но сведён к минимуму. Программа защиты предполагает оснащение всех товаров массивом уникальных кодов, который создаётся для каждого производителя отдельно с помощью генератора случайных чисел. После генерации очередного кода система проверяет его на уникальность — проводит сравнение со всей базой сгенерированных ранее кодов, что исключает их дублирование. В системе хранится информация о партии защищённого товара, производителе, дате и географических координатах точки, в которой производилась проверка кода. Отправив запрос, покупатель получает подтверждение, содержащее в себе название товара, наименование производителя, дату производства и номер партии. Если полученный ответ соответствует действительности — товар подлинный. В этих условиях подделка, например, нашей продукции становится очень рискованным и экономически неинтересным мероприятием.

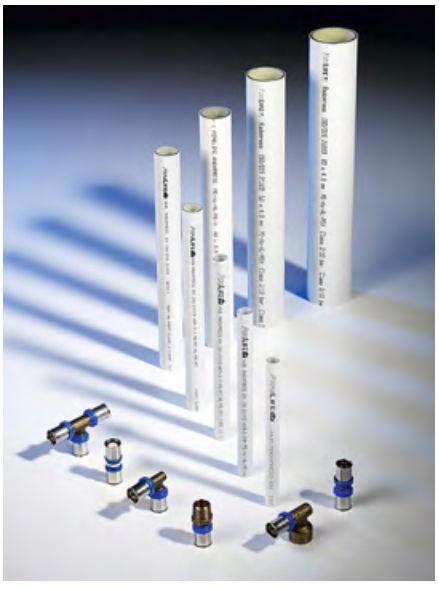
Ярослав Позднев, региональный представитель по Центральным областям компании «Пайплайф Рус»

— Наиболее «прорывной» инновацией в области повышения энергоэффективности тёплых полов можно считать использование энергоэффективных источников тепла: конденсационных котлов, тепловых насосов, солнечных панелей и т.п. Водяной тёплый пол относится к низкотемпературным системам отопления. Поэтому он как нельзя лучше подходит для такого оборудования, ведь эффективность этой техники наиболее высока при температурах теплоносителя в пределах 40–50 °С.

Первым немаловажным критерием при оценке потребителем рассматриваемого решения является срок службы. И у водяных тёплых полов он достаточно высок — около 50 лет. Если придерживаться основных правил монтажа и эксплуатации, то тёплый пол может прослужить ещё дольше. Трубы должны соответствовать 4-му классу эксплуатации по ГОСТ 32415–2013, толщина стяжки над трубой быть не менее 45 мм, а класс — не ниже В 12,5. Петля выполняется из одного цельного отрезка трубы без соединений в стяжке, заломов и глубоких царапин. Необходимо предусмотреть деформационные швы, нарезаемые в продольном и поперечном направлениях, вдоль стен и между комнатами. Швы прорезаются на всю толщину стяжки и расшиваются полимерной эластичной композицией. Шаг деформационных швов — не более 6 м. Средняя температура поверхности пола не должна превышать 26 °С для помещений с постоянным пребыванием людей и 31 °С для объектов с их временным пребыванием. В случае монтажа под паркетное покрытие необходимо ограничить температуру поверхности пола 27 °С.

Чем ниже температура теплоносителя и давление в системе, тем дольше срок службы полимерных труб. В идеале лучше иметь комбинированное отопление в помещении, то есть одновременно и напольное, и радиаторное отопление. Тогда первое используется исключительно для обеспечения комфорта с постоянной температурой поверхности пола 22–24 °С, а уже непосредственно на компенсацию тепловых потерь помещения работают радиаторы. В этом случае необходимо предусматривать автоматическую систему управления тёплым полом с датчиком температуры поверхности пола в каждом помещении.

Второй важный параметр рассматриваемого отопительного решения — надёжность. Сразу отметим, что на сегодняшний день тёплые полы являются широко распространённым решением, и участниками рынка накоплен колоссальный опыт их установки и эксплуатации. Данный опыт позволяет утверждать, что каких-то особых мер повышения надёжности не требуется — достаточно соблюдать основные правила их устройства. Отказ системы возможен по трём причинам: нарушение гидравлических параметров системы, нарушение температурных параметров системы и отказ системы управления. Гидравлические нарушения возможны в результате образования воздушных пробок, остановки циркуляционных насосов, гидравлической разбалансировки системы, утечки теплоносителя. Температурные нарушения возникают вследствие неправильной работы котла, насосно-смесительных узлов. В автоматической системе управления возможны сбои в настройке, отключение электропитания. Для повышения надёжности системы рекомендуется применять стабилизаторы напряжения, резервные источники электропитания и тепловой энергии. Для выпуска воздуха следует использовать автоматические воздухоотводчики. Надо организовать и постоянный мониторинг и контроль системы путём удалённого доступа к автоматике котла и тёплых полов, например, со смартфона или планшета.



Стяжка тёплого пола является в некотором роде аккумулятором тепла, благодаря чему она имеет инерционность. Чем больше толщина стяжки, тем выше её аккумулирующая способность и инерционность. С точки зрения надёжности высокая инерционность стяжки является плюсом, так как в случае отключения подачи тепла стяжка будет в течение длительного времени (сутки или двое) отдавать тепло в помещение, тем самым предотвращая вымораживание дома и замерзание теплоносителя.

Подробнее о теплоносителе. В качестве теплоносителя лучше всего использовать воду, поскольку она обладает высокой теплоёмкостью и химической инертностью по отношению к полимерам. Также вода безопасна для человека в случае протечки. Можно, конечно, применять и различные антифризы, но тогда следует обращать внимание на их состав, поскольку в качестве добавок к теплоносителю нередко применяются вещества, к которым материал труб не является химически стойким. Мало того, некоторые теплоносители и их пары могу быть опасны для человека — например, опасность возникает при протечке или попадании в систему питьевого водоснабжения ядовитых веществ в случае нарушения герметичности теплообменника ГВС.

Чем реже происходит замена теплоносителя в системе, тем лучше. В процессе эксплуатации теплоноситель «адаптируется» к системе — твёрдые фракции улавливаются фильтрами или оседают в системе, химически активные элементы со временем вступают в реакции, их концентрация снижается, а общая агрессивность теплоносителя падает.

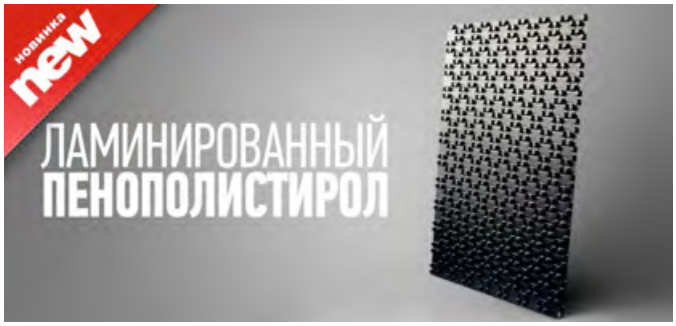
Нередко приходится слышать о недостатках жидкостных тёплых полов — необходимости поднятия пола при монтаже, сложном монтаже, а также о высокой цене по сравнению с электрическими тёплыми полами и т.д. Но здесь всё зависит от взгляда на указанные параметры. В частности, толщина стяжки имеет свои плюсы, поэтому это скорее особенность, а не недостаток. Существуют решения, позволяющие снижать толщину стяжки, например, путём использования стяжек из высокопрочных марок цемента или «сухих систем» без стяжек вовсе. Монтаж упрощается путём использования труб повышенной гибкости, матов с бобышками для крепления труб, монтажных траков, степлера для крепления труб к теплоизоляции пластиковыми скобами.

Что касается высокой цены водяных тёплых полов, то она компенсируется их энергоэффективностью, то есть возможностью использования газового топлива и низкотемпературных источников тепла, таких как конденсационные котлы, тепловые насосы, солнечные панели и т.п. Водяное напольное отопление позволяет отапливать большие площади, например, цеха, ангары, фермы, футбольные поля. В принципе, добиться снижения стоимости можно путём применения более экономичных труб из термостойкого полиэтилена PE-RT, увеличения шага укладки труб, а также использования полимерных коллекторов.

Помимо основных параметров, на которые обращают влияние потребители тёплых полов, существует определённый взгляд людей на это техническое решение. Тёплый пол по праву ассоциируется у пользователей с комфортом. Поэтому спрос на него только растёт. Энергоэффективность водяных тёплых полов по сравнению с радиаторным отоплением и электрическими тёплыми полами воспринимается как дополнительный бонус. Общий тренд у клиентов — это «цифровизация» жилища. Люди желают управлять системой со своего смартфона или компьютера, в том числе удалённо. Есть спрос на возможность интеграции оборудования в систему «умный дом». Цифровизация также востребована у монтажников, поскольку позволяет решить многие проблемы путём доступа в систему через Интернет. Вообще говоря, квалификация монтажников — по-прежнему важный фактор для устройства напольного отопления. Тёплый пол состоит из трёх компонентов — строительная часть, гидравлическая часть и система управления. Монтажник должен хорошо разбираться во всех трёх. Кроме этого, он должен владеть технологией соединения труб посредством фитингов, а у разных производителей она отличается. Вместе с тем, общая тенденция идёт к упрощению монтажа, хотя в настройке системы управления требования к монтажнику, скорее, повышаются.

Возвращаясь к потребительскому вопросу, скажу, что определённый негатив, с которым может столкнуться потенциальный клиент, — это контрафактная продукция. Лучше сказать так — контрафакт на рынке присутствует, но его количество оценить трудно. Качество подделок остаётся весьма низким. Они не соответствуют требованиям по термостойкости, давлению, сроку службы, безопасности для здоровья человека. Подделывают не только трубы, но и фитинги, запорную арматуру. Потому мы рекомендуем людям покупать оборудование у официальных дистрибьюторов известных и хорошо зарекомендовавших себя производителей.

Контрафактной продукции именно под нашим брендом мы пока не встречали. И потому никаких особых мер по борьбе с ней в настоящее время не принимаем — мы сконцентрированы на более актуальных задачах.



Андрей Свитенков, продакт-менеджер компании «Эго Инжиниринг»

— На мой взгляд, наиболее «прорывными» инновациями можно назвать системы управления температурой в помещении. С помощью регулирования температуры и недельного программирования можно обеспечить существенное снижение расхода тепла. Сам тёплый пол — уже очень энергоэффективное решение, которое сложно улучшить. Но можно улучшать материалы напольных покрытий (повышать их теплопроводность) и системы управления.

Элементами, обеспечивающими эффективность тёплых полов, являются трубы с кислородным барьером, современные насосно-смесительные узлы, а установка фиксаторов поворотов и защитных кожухов на стыке сред позволят свести риски эксплуатации к минимуму.

Всё это говорит о том, что тёплые полы являются весьма выгодным приобретением. И потому странно слышать упрёки в адрес разработчиков и производителей относительно необходимости поднятия пола при монтаже и разговоры о сложности подобных отопительных систем. Ещё неуместнее выглядит сравнение с электрическими тёплыми полами, потому что отопление электричеством — крайне невыгодное решение в принципе. Вы не сможете использовать его как основной источник отопления. А водяной тёплый пол — сможете.

Важно понимать, что в многоэтажном доме выбор, конечно, будет за электрическим полом. Но в частном доме нужно просто предусматривать водяной тёплый пол на этапе проектирования. И указанных рисков просто не возникнет. Сложность монтажа также надумана, поскольку количество соединений минимально и есть изоляция с фиксаторами для трубы.

Помимо мифов о тёплых полах, в потребительской среде существуют трендовые запросы. На наш взгляд, ключевую роль в принятии клиентом решения о приобретении играет сегодня комплексность предложения. Должны быть предложены все компоненты системы и должна быть гарантия их совместимости. Водяной тёплый пол, как оптимальное решение, завоёвывает всё бóльшую популярность, поскольку даёт больший уровень комфорта по сравнению с традиционным радиаторным отоплением. Потребители это всё более явственно понимают. И вообще уровень их осведомлённости растёт. Например, люди начали осознавать, что потенциальный ущерб от протечек несопоставим с экономией на трубе. И купить дешёвое — не значит совершить удачное приобретение.

Денис Зинченко, к.т.н., технический директор компании KAN

— Тёплые полы являются довольно специфическим отопительным прибором с чётко ограниченными со стороны нормативных документов удельными мощностными показателями ввиду требований СП 60.13330 по максимальной температуре поверхностей. На мой взгляд, основные инновации в этой области могут быть связаны с направлением регулирования — одной из приоритетных задач в распространении, популяризации и увеличении эффективности работы «тёплого пола». Сегодня профессиональные программы расчёта и даже приложения к смартфону дают возможность рассчитать основные параметры тёплого пола, а системы автоматического регулирования дают определённую экономию в своём диапазоне после правильной гидравлической увязки. В действительности, к сожалению, усилия по гидравлической балансировке системы «на бумаге» не всегда выполняются на реальной строительной площадке, не говоря уже о том, что проектное решение часто отсутствует, а следовательно, и системы автоматического регулирования не могут работать корректно. Разработка новых алгоритмов на основе пропорционального регулирования и создание соответствующей элементной базы, заменяющие необходимость гидравлической балансировки системы панельно-лучистого отопления, могут значительно увеличить реальную энергоэффективность тёплых полов.

Немаловажным аспектом в деле совершенствования рассматриваемого технического решения является увеличение срока жизни тёплого пола. Это комплексная задача увеличения срока жизни как сантехнического оборудования, так и непосредственно подогреваемого основания, в любом из его проявлений.

Любая система отопления начинается с выбора подходящего материала. Тёплый пол — не исключение. Нельзя забывать, что исторически панельное отопление в нашей стране долгое время не получало широкого распространения в основном из-за отсутствия надёжных и стабильных трубопроводных технологий, поэтому, несмотря на невысокие рабочие параметры для этой системы отопления, трубы для неё необходимо подбирать качественные, от надёжного и проверенного производителя.

Трубопроводная система должна соответствовать требованиям СП 60.13330–2016 и ГОСТ 32415–2013. Любые компромиссы в этом случае могут привести к плачевным результатам. Для сохранности подогреваемого основания и чистового напольного покрытия нельзя забывать о мероприятиях, компенсирующих тепловое расширение стяжки: использовании краевой (демпферной) ленты и температурно-деформационных швов. Безусловно, необходимо соблюдать предписания завода-изготовителя, но нужно отметить, что многие ограничения довольно подробно описаны в Своде Правил 29.13330–2011 «Полы».

Продлить срок службы тёплого пола также может полноценный узел смешения, который подготавливает параметры работы теплоносителя для труб 4-го класса эксплуатации по ГОСТ 32415–2013 и не допускает его локальных перегревов выше 60 °С. В обратном случае это может грозить постепенным разрушением цементно-песчаной стяжки пола и деградацией чистового напольного покрытия. При применении гипсовых оснований температуру подачи следует ограничить величиной 45 °С, чтобы предотвратить кристаллизацию и последующее разрушение гипсового заполнителя.

Существенное влияние на потребительские характеристики и срок службы «тёплого пола» оказывает теплоноситель. Его выбор, на мой взгляд, зависит от режима использования самого здания и/или системы отопления в целом. Если здание используется постоянно, в нём находятся люди или присутствуют как минимум системы контроля, то, безусловно, лучшим теплоносителем является вода. Она наиболее эффективна, безопасна, бережна ко всем элементам системы отопления и не разлагается в процессе эксплуатации. При этом жидкостной тёплый пол — довольно инерциальная система отопления, которая обладает свойством теплоаккумуляции, что помогает, в случае необходимости, провести ремонтные работы без разморозки системы отопления.

Но нельзя забывать, что, несмотря на рекламируемые «волшебные» возможности полимерных труб из PE-RT и PE-X выдерживать заморозку и разморозку теплоносителя, они вовсе не относятся к системе «тёплых полов», так как в этом случае труба заделывается в стяжку без кожуха из пешеля (гофры) или эффективной теплоизоляции, а следовательно, имеет очень ограниченные свойства эластичности. Поэтому, если на объекте допустили замерзание теплоносителя в трубе тёплого пола, то с большой долей вероятности произойдёт разрыв данной трубы. В зданиях с периодической эксплуатацией и без использования систем контроля следует применять теплоноситель на основе пропиленгликоля.

Теперь о том, что касается «недостатков», приписываемых тёплым полам с жидким теплоносителем. Правильнее было бы подойти к оценке этого технического решения в позитивном ключе. И я считаю, что главным преимуществом жидкостного тёплого пола по сравнению с его электрическим аналогом является надёжность. А также возможность его прокладки под элементами мебели и техники и уменьшение эксплуатационных затрат при возможности выбора способа генерации тепловой энергии, отличного от электрического. При этом из-за разницы тарифов на электрическую и тепловую энергии высокая стоимость водяного тёплого пола быстро окупается в процессе эксплуатации. Кажущаяся простота монтажа электрического тёплого пола, в свою очередь, нивелируется большим количеством ограничений, связанных с отступами от всех ограждающих конструкций и предметов мебели для предотвращения перегрева кабеля. Это же обстоятельство осложнит в дальнейшем и перестановку в помещениях с электрическим подогревом. В жизни, конечно, требования по монтажу и эксплуатации в полном объёме выполняются редко, что ведёт к значительному снижению долговечности электрического тёплого пола.

В ряде случаев электрические тёплые полы вполне оправданы, например, в многоэтажных многоквартирных домах при ремонте ванной комнаты, санузла, кухни или отдельно взятого помещения. Площадь обогрева в таком случае обычно небольшая, а следовательно, разница в эксплуатационных расходах вряд ли перекроет капитальные затраты, подготовка пола не позволит выполнить водяной обогрев в принципе или без дорогостоящих решений, да и модернизация имеющейся системы отопления и соответствующие обязательные согласования трудозатратны и дороги либо невозможны.

В остальных случаях необходимо помнить, что тёплый пол — это система отопления, которая предполагает осознание её свойств и функций, имеет требования к подготовке пола и строительным конструкциям, а следовательно, и к проектированию не только гидравлического контура, но и помещения в целом.

Преимущества, описанные выше, рост образованности и вдумчивости потребителя ведёт к тому, что спрос на водяные тёплые полы с каждым годом ощутимо растёт. И если раньше данная система была диковинкой и очередным признаком благосостояния, то сегодня она постепенно входит в стандарт строительства. Из-за ужесточения норм утепления строительных конструкций и бóльшего доверия к системе тёплый пол всё чаще рассматривают не только как комфортную, но и как основную систему отопления, поэтому остро становится вопрос её регулирования и эффективной комбинации с теплогенерирующим оборудованием. В будущем мы прогнозируем устойчивый рост спроса на данные системы.

Соответственно, по мере роста спроса и расширения использования этой технологии в сегменте инженерного обустройства зданий, требуется всё более пристальное внимание к вопросу выполнения монтажа, тем более что квалификация монтажника играет огромную роль в долговечности и правильной работе системы напольного отопления в принципе. Любое упрощение технологии монтажа, связанное с заменой материала, с изменением проектного решения или исключением одного из этапов, влияет на дальнейшую работу системы и повышает возможность аварии.

При этом для того, чтобы упростить монтаж, есть довольно большое количество решений, начиная со специальной эластичной трубы в бухтах увеличенного размера, специальных систем крепления с профилированными элементами, и заканчивая оснастками для монтажа типа Tacker и размотчиками для труб. Всё это в комбинации с программами расчёта тёплых полов и коллекторными группами с расходомерами в значительной степени может облегчить и ускорить монтаж без потери качества производства работ.

Одной из причин возникновения проблем в процессе эксплуатации тёплых полов является наличие контрафактной продукции. Наша компания не сталкивается с контрафактом на рынке России, но мы знаем, что многие популярные бренды подделывают, и эта проблема стоит остро. Я думаю, что покупка продукции у официального дистрибьютера может в значительной степени решить проблему подделок. К тому же нужно помнить, что качественная трубопроводная продукция не может стоить дёшево. Это, кстати, относится не только к контрафакту, но и к появившейся в последнее время на рынке ультрадешёвой оригинальной продукции и ряду «карманных» брендов. Поэтому, что бы не говорили продавцы, следует задуматься, что будет заложено под стяжку! Последствия в этих случаях, к сожалению, предсказуемы — протечки и, конечно же, дорогостоящий ремонт вкупе с неработающей системой отопления.

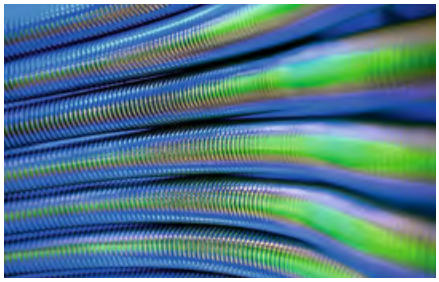
Сергей Николаев, руководитель направления гофрированных труб компании «Электросистемы и технологии» (входит в ГК «ССТ»)

— Главная «прорывная» технология в области повышения энергоэффективности тёплых полов появилась на российском рынке в 2013 году — это была идея использовать для петель водяного тёплого пола нержавеющие гофрированные трубы. Проект осуществила Группа компаний «Специальные системы и технологии», крупнейший производитель систем электрообогрева в России, на базе ОКБ «Гамма» в городе Ивантеевка Московской области.

В чём инновационность данного продукта? Гофрированная труба из нержавеющей стали Stahlmann обеспечивает максимальную теплоотдачу и эффективность обогрева. Для сравнения — теплопроводность гофрированной нержавеющей трубы Stahlmann в 34 раза выше, чем у пластиковых труб: 17 Вт/(м·К) против 0,5 Вт/(м·К), соответственно. При этом толщина стенки продукции Stahlmann составляет всего 0,3 мм, что обеспечивает больший внутренний диаметр, в то время у пластиковой трубы толщина стенки не менее 2 мм. Теплоотдача по сравнению с пластиковыми трубами у нержавеющей гофры на 20 % выше.

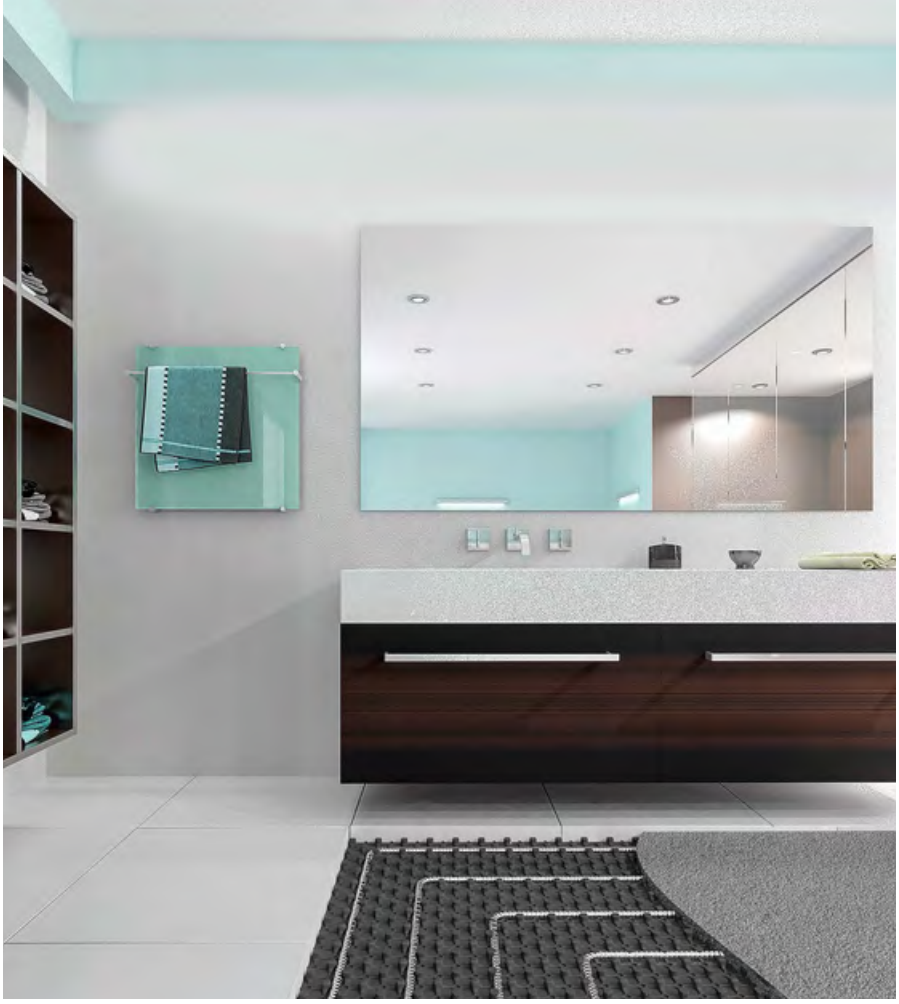
Говоря о технологических решениях и подходах к выбору материалов для увеличения срока службы тёплых полов, следует отметить, что главным элементом водяного тёплого пола, определяющим срок службы системы, является труба: из какого материала она изготовлена, как выполнены соединения, как она переносит циклы заморозки и оттаивания в случае форс-мажорных обстоятельств и т.п. Выбор трубы важен, поскольку она укладывается в стяжку, и в случае каких-либо протечек потребуется вскрытие пола, а это дорогостоящий ремонт.

В этой связи наиболее долговечным материалом трубы в системе водяного тёплого пола является нержавеющая сталь, которая не подвержена коррозии



и способна выдерживать воздействие агрессивной щелочной среды в бетонной стяжке. Группа компаний «Специальные системы и технологии» выпускает гибкую гофрированную трубу Stahlmann из стали SS304 и даёт на продукцию пожизненную гарантию. Срок службы составляет не менее 30 лет. Она превосходит пластиковые трубы по теплопроводности, стойкости к гидроударам и заморозке. А ещё — легко гнётся, не изменяя проходного сечения. Поэтому монтажники могут проложить трассу любой конфигурации и, что важно, без соединений — для этого мы выпускаем трубы длиной 100 и 200 м. Ещё один плюс — это то, что внутренняя гофрированная поверхность трубы препятствует образованию отложений на внутренних стенках трубы.

Важной характеристикой тёплого пола является его надёжность. Дополнительной защитой от дорогостоящей протечки оборудования водяного тёплого пола может стать установка системы контроля протечки воды, установленная в распределительном шкафу.



Самым технологичным решением являются подобные устройства с функцией управления по Wi-Fi. Так, система защиты от протечек воды Neptun от ГК «ССТ» в случае аварии немедленно перекрывает водоснабжение до устранения неисправности и через модуль управления по Wi-Fi посылает сообщение владельцу дома на смартфон. С помощью данной системы и специального мобильного приложения SST Cloud можно также отслеживать показания водосчётчиков — как горячей, так и холодной воды.

Гарантом стабильной работы тёплого пола является правильный выбор теплоносителя. При таком выборе в расчёт принимаются характеристики самой системы, в том числе материалы комплектующих. В 70% случаев применяется вода, в остальных — гликолевые смеси. Вода является самым недорогим теплоносителем. Однако при использовании воды из крана есть минусы: через некоторое время происходит отложение органических веществ, растворённых в воде, возникает заиливание трубы. Поэтому надо использовать специальную подготовленную воду. Антифризы многие не любят из-за высокой химической активности. Но их применение позволяет избежать замерзания и риска разрыва трубы и последующего ремонта. Нержавеющая гофра Stahlmann универсальна для любого теплоносителя.

Иногда приходится слышать о недостатках тёплых полов, но я предпочёл бы назвать их особенностями, требующими рассмотрения в контексте эксплуатационных затрат и решений, выполняющих аналогичные задачи. Водяные тёплые полы, как и любые другие системы обогрева, имеют свои особенности. Их главное преимущество и назначение — эффективный обогрев помещений площадью свыше 20 м^2 в коттеджах и загородных домах с газовым снабжением, когда применять электрические тёплые полы просто экономически нецелесообразно. Водяной тёплый пол из нержавеющей трубы в качестве основной системы отопления обеспечит равномерный прогрев коттеджей, загородных домов, офисов, складов, цехов без «выжигания» кислорода и эффективное использование жилого пространства без радиаторов. Применение системы Stahlmann позволяет экономить до 30% потребляемой энергии, а в больших помещениях — до 50%. И чем больше площадь помещения, тем выше экономия энергии. Первоначальные инвестиции в систему водяного тёплого пола окупятся в течение первых двух лет. Газ всегда дешевле электричества. Взамен потребитель получит высокий уровень комфорта и надёжность. Именно поэтому я бы не стал называть особенности укладки водяных тёплых полов недостатками.

Несмотря на наличие у некоторых потребителей негативного мнения о жидкостных тёплых полах, мы наблюдаем потребительские тренды, свидетельствующие о росте популярности этого отопительного решения.

Могу сказать, что устоявшимся трендом является желание заказчика получить систему водяного тёплого пола «под ключ». ГК «ССТ» предлагает готовую систему на основе гибких гофрированных труб Stahlmann и полный ассортимент комплектующих, идеально сочетающихся друг с другом. Теперь наши клиенты получили возможность заказать у нас не только продукцию, но и монтаж.

Таким образом, обеспечение полного цикла услуг по производству, установке и гарантийному обслуживанию водяного тёплого пола — тоже абсолютный тренд. Правда, полноценно «ответить» на него могут немногие. Наша компания первой в России представила на рынке водяные системы тёплых полов на основе гофрированной трубы из нержавеющей стали в 2013 году и с тех пор прочно удерживает лидерские позиции.

Спрос на такие системы, безусловно, связан с темпами роста объёмов частного домостроения. Но, повторюсь, водяные тёплые полы — это единственное эффективное решение для обогрева загородных домов, и спрос на него стабилен.

Небольшая ложка дёгтя в сегменте тёплых полов — контрафактная продукция. Однако, в частности, подделать нашу трубу довольно сложно. В данном случае речь идёт о конкуренции. Подобную продукцию везут из Китая. Наши главные методы борьбы: стабильное качество и контроль каждой бухты и партии труб, наличие всех необходимых сертификатов, а также всех требуемых комплектующих для устройства водяного тёплого пола «под ключ».

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА

XI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

IX МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС

Энергосбережение и энергоэффективность – динамика развития

1-4 ОКТЯБРЯ 2019

Санкт-Петербург

Организатор

FarEXPO IFE
PROFESSIONAL EXHIBITION ORGANIZER

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

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

Генеральный информационный партнер

ЭНЕРГЕТИКА И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РОССИИ

Сергей Витрешко, главный технический специалист по России и странам СНГ, Viega Group

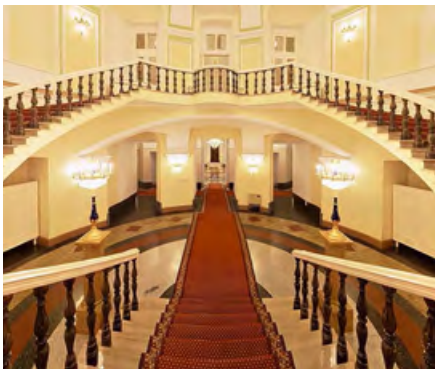
О технологии водяных тёплых полов для систем снеготаяния и антиобледенения

Сегодня водяной тёплый пол с успехом можно использовать и в системах снеготаяния и антиобледенения. Подобные системы подходят не только для частных домов с придомовыми территориями, но и для коммерческих организаций, эффективной работе которых может помешать снег и наледь.

Полезно оборудовать системой снеготаяния следующие сооружения:

- пешеходные дорожки, внутренние дворы, атриумы, автостоянки жилых и торговых комплексов, бизнес-центров, медицинских и детских учреждений, таунхаусов и коттеджей;
- кровлю, водосточные трубы и каналы;
- места погрузки-выгрузки, подъездные дороги, стоянки автотранспорта промышленных предприятий, торговых центров;
- стадионы, спортивные площадки;
- взлётно-посадочные полосы и т.п.

Современные системы снеготаяния автоматически включаются при температурах от +5 до –10 °С в наиболее вероятных условиях для выпадения снега и образования наледи. Сегодня многим известны кабельные (электрические) системы снеготаяния различных производителей, достаточно хорошо себя зарекомендовавшие. Но, когда речь идёт о больших площадях, электрический обогрев становится неактуальным из-за существенных нагрузок на электрическую сеть. По сравнению с использованием электричества для снеготаяния, система водяного тёплого пола оказывается не только удобнее, но и выгоднее финансово.



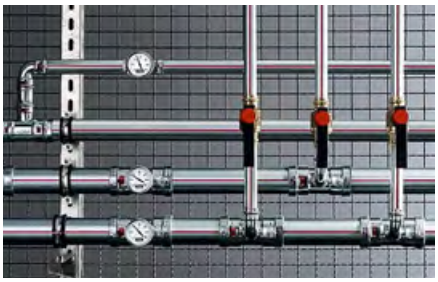
Примером реализации подобной системы снеготаяния на историческом объекте может служить здание Сената в Московском Кремле. Главный композиционный центр здания — купольный зал Сената, находящийся в углублении внутреннего двора. Это один из обширнейших круглых залов Москвы. Прежде он предназначался для дворянских собраний. Сегодня он продолжает выполнять представительскую функцию: здесь проходят все главные официальные мероприятия.

Подробнее о проделанной работе рассказывает Алексей Кузьмин, к.т.н., заслуженный энергетик России, гендиректор ООО «Компания 7+11»:

— Перед нами стояла непростая задача: смонтировать современные инженерные коммуникации теплоснабжения в низких и очень узких подвальных проходах исторического здания. В таких условиях применение сварочных работ не только неудобно, но и опасно. Было принято решение использовать инновационные пресс-технологии немецкой компании Viega. Это не первый исторический объект, который выполняется нами совместно с Viega, поэтому мы уверены в качестве трубных материалов и эффективности технологии их соединений. Аналогичную систему снеготаяния и антиобледенения наша компания реализовала на пряслах кремлёвской стены между Троицкой и Никольской башнями. Сбрасывать снег в Александровский сад не представляется возможным — в этой части сада находится Могила Неизвестного Солдата и Аллея Городов-героев.

На таких ответственных государственных объектах предъявляются жёсткие требования по срокам работ и надёжности монтируемых систем. На данном объекте мы использовали высокотехнологичные инновационные пресс-системы из нержавеющей стали Sanpress Inox и оцинкованной стали Prestabo, поэтому уверены, что коммуникации на исторических объектах гарантированно прослужат десятилетия. С точки зрения экономики, изначальные вложения в качественные материалы полностью компенсируются принципиальным уменьшением трудозатрат, увеличением надёжности и срока эксплуатации системы.

Поскольку механическая уборка и вывоз снега с замкнутой территории крайне затруднены, территории Северного и Южного дворов недавно решили оборудовать современной системой снеготаяния и антиобледенения. В зимнее время она прогревает толщину дворового покрытия до температуры +2…+3°С и тем самым автоматически очищает от снега и льда дорожное пространство.



Для открытых территорий площадью более 200 м^2, как правило, применяют систему, построенную по принципу водяных тёплых полов. Реализацию проекта поручили ООО «Компания 7+11», которая работает на российском рынке без малого четверть века и специализируется на энергоэффективных технологиях тепло- и холодоснабжения зданий. В основу реализации системы снеготаяния легли инновационные инженерные решения ООО «Компания 7+11» по использованию низкотемпературного теплоносителя из обратной магистрали централизованной тепловой сети, защищённые 11-ю патентами РФ на изобретения. Одним из немаловажных результатов применения такой технологии стало исключение оплаты заказчиком подключения дополнительной тепловой мощности.

Особенности балансировочных клапанов Giacomini

В течение 2019 года итальянская компания Giacomini анонсировала расширение производственной программы балансировочной арматуры. В этой статье мы рассмотрим, какие особенности имеет линейка балансировочной арматуры Giacomini сейчас, и какие модели должны её дополнить в ближайшем будущем.

Автор: Андрей МИХАЙЛЕНКО, генеральный директор ООО «Джакомини Рус»

Программа балансировочных клапанов ручного регулирования Giacomini, как отмечают многие, отличается «лаконичностью». Действительно, итальянский производитель имеет, по сути, всего одну серию латунных ручных балансировочных клапанов с некоторыми модификациями и одну — чугунных с фланцевым соединением.

Производитель объясняет это универсальностью имеющихся моделей: *«Нам не требуется выпускать различные клапаны для различных функций: регулирования, клапан-партнёр, запорный клапан и так далее, поскольку в одной модели мы сочетаем все функции»*.

Действительно, балансировочный клапан Giacomini R206B, выпускаемый в размерах от Ду15 до Ду50, обеспечивает регулирование расхода с индикацией по градуированной шкале и возможностью фактического его вычисления при помощи дифференциального манометра, подключаемого к штуцерам клапана. Также клапан осуществляет перекрытие потока, дренаж, фиксацию настройки и импульсной трубки автоматического балансировочного клапана при регулировании перепада давления в двухтрубных системах отопления, то есть работу в качестве клапана-партнёра.

Балансировочный клапан R206B

Рабочие характеристики по давлению и температуре (до 25 кПа и до +120 °С) позволяют применять клапаны в широком диапазоне систем отопления, тепло- и холодоснабжения; корпус, выполненный из устойчивой к вымыванию цинка латуни DZR, и материалы уплотнения позволяют эксплуатировать эти клапаны также и в системах водоснабжения, в том числе питьевого.

Конструктивной особенностью клапанов R206B является внутреннее калиброванное отверстие, то есть участок изменения расхода в клапане имеет фиксированное сечение отверстия, поэтому значение K_V постоянно для каждого размера клапана. Это значительно упрощает предварительную настройку и измерение расхода через специальные ниппели. Поэтому простым аналоговым или цифровым манометром дифференциального давления можно выполнить быстрое и точное измерение расхода через клапан — не требуется применение компьютера с большими базами данных, содержащими значения K_V.

Рабочие характеристики клапана R206B по давлению и температуре (до 25 кПа и до +120 °С) позволяют применять их в широком диапазоне систем отопления, тепло- и холодоснабжения

Модификация R206B-1 — изменённый, по сути, клапан «старшей» модели R206B. Уменьшение размеров и стоимости удаётся достичь исключением расходомера (участка переменного диаметра для определения фактического расхода) из конструкции клапана. Таким образом, для измерения расхода требуется подключать дополнительное устройство в гидравлический контур. Производитель комментирует: *«Версия компактного балансировочного клапана создавалась, в первую очередь, для регулирования расхода по контурам квартир в так называемых "горизонтальных поквартирных системах" многоэтажных зданий. В проектах сейчас используется большое число таких клапанов, поэтому важно, чтобы их стоимость была невелика; и в то же время применяемые клапаны отличаются небольшими диаметрами и показателями расхода, поскольку регулируют систему отопления единственной и каждой квартиры»*.

Балансировочный клапан R206B-1

Для точной настройки в режимах с минимальным расходом, как отмечает производитель, была доработана шкала в позиции 0–10 % открытия клапана — введена градуировка с шагом 2 %. Клапан Giacomini R206B-1 так же выпускается в размерах Ду15, Ду20 и Ду25, что объясняется массовостью его применения для поквартирного регулирования в горизонтальных системах отопления.

Особенность автоматического балансировочного клапана R206C — регулятор перепада давления с двумя диапазонами регулирования. Это первая и единственная модель на рынке, которая обладает возможностью переключения рабочего диапазона — низкий (5–30 кПа) и высокий (25–60 кПа). Выбор диапазона осуществляется переключателем, который находится под регулировочной рукояткой. Принцип двойного регулирования клапана Giacomini R206C основан на использовании

Автоматический балансировочный клапан R206C с двумя диапазонами регулирования

пружин различной жёсткости с соответствующим переключателем; данный принцип запатентован. Клапан предназначен для автоматического поддержания заданного перепада давлений между подающим и обратным трубопроводами систем отопления и охлаждения. Выпускается в размерах от Ду15 до Ду50, имеет корпус из латуни DZR, усиленную мембрану увеличенной площади, что обеспечивает длительный период эксплуатации и точность настройки рабочего параметра. Клапан поставляется в комплекте с импульсной трубкой для соединения с подающим трубопроводом. Для облегчения монтажа трубки корпус мембраны выполнен поворотным. Клапан также имеет пару заглушённых отверстий для подключения дифференциального манометра.

Автоматический балансировочный клапан R206C-1 с одним диапазоном регулирования

В 2019 году также анонсирована новая модель автоматических балансировочных клапанов — R206C-1, которая выпущена в дополнение к «старшей» серии R206C. При разработке новой серии основной задачей было уменьшение размеров и массы клапана, то есть создание компактной конструкции по привлекательной цене. При этом высокие рабочие характеристики должны были остаться неизменными. В отличие от «старшей» серии, новая модель имеет единственный рабочий диапазон перепада давления (5–30 кПа) и выпускается в трёх размерах: Ду15, Ду20 и Ду25. Новые клапаны, как и основная серия, имеют корпус из латуни DZR и усиленную рабочую мембрану. Клапаны R206C-1 обеспечивают функцию перекрытия трубопровода — они могут быть закрыты при помощи рукоятки, при этом настройка параметра перепада давления не изменяется. Компактные размеры клапана позволяют устанавливать его в стеснённых условиях, например, в распределительных коллекторных шкафах, а применение совместно с ручным компактным клапаном R206B-1 позволяет получить эффективную балансировочную пару для двухтрубных систем отопления.

Клапаны автоматического регулирования расхода используются в системах с постоянным расходом — например, в вентиляционных установках, фанкойлах с постоянным потоком воды и переменной скоростью вентилятора для контроля комнатной температуры. Данные клапаны ограничивают расход до заданного значения, если некоторые потребители закрываются и расход у открытых обычно повышается. Также клапаны применяются для поддержания постоянства расхода в системах с вертикальными стояками отопления, которые также в значительном объёме проектируются в России.

Автоматический балансировочный клапан R206A (диапазон регулирования 0,27–16 м³/ч)

Клапаны Giacomini R206A отличает широкий ассортимент размеров (от Ду15 до Ду50) и диапазон поддержания постоянства расхода — от 0,27 до 16 м³/ч в зависимости от размера клапана. Корпус клапана выполнен из латуни, имеет место для установки ниппелей измерения перепада давления. Регулирующий картридж клапана снабжён двойным индикатором со шкалами целых значений настроек (от 1 до 5) и десятичных (от 1 до 9) для обеспечения точного регулирования расхода. Картридж можно легко очистить или заменить при необходимости, а настройку клапана можно проводить на работающей системе.

Клапаны автоматического регулирования расхода используются в системах с постоянным расходом (в вентустановках, фанкойлах с постоянным потоком воды и переменной скоростью вентилятора для контроля комнатной температуры)

«Моторизуемый» автоматический балансировочный клапан R206AM

R206AM — это «моторизируемая» версия автоматического клапана, с возможностью установки управляющего мотора или электротермического привода с подсоединительным размером М30×1,5. Применение двухпозиционного или пропорционального сервопривода позволяет управлять расходом в соответствии, например, с тепловой нагрузкой регулируемого участка, а также полностью перекрывать трубопровод.

Фланцевые балансировочные клапаны Giacomini R206BF для ручного регулирования расхода выпускаются в чугунном корпусе (с соединительными фланцами) в размерах от Ду50 до Ду300. Шток клапанов, а также дросселирующий затвор выполнены из высококачественной углеродистой стали, что позволяет обеспечить долговечность клапанов и их высокие характеристики: номинальное давление 16 бар и рабочую температуру до 120 °С. Чугунные клапаны имеют штуцеры для изменения фактического расхода через клапан, а показатели диапазона регулируемого расхода являются одними из лучших на рынке.

R206BF — фланцевый балансировочный клапан для ручного регулирования расхода

На вторую половину 2019 года компания Giacomini анонсировала начало выпуска новых моделей фланцевых балансировочных клапанов — автоматических регуляторов расхода с возможностью установки дополнительного сервопривода для дистанционного управления и автоматического регулятора перепада давления. Обе модели предполагается выпускать в размерах от Ду65 до Ду150.

Энергоэффективная схема включения вакуумного деаэратора в систему регенерации теплофикационной турбоустановки

Рецензия эксперта на статью получена 22.05.2019 [Expert review on the article received on May 22, 2019].

Качество обработки воды в значительной степени влияет на надёжность и экономичность работы оборудования теплоисточников. Процесс водоподготовки состоит из нескольких этапов, заключительным из которых является деаэрация, то есть удаление из воды растворённых в ней коррозионно-активных газов.

На экономичность работы систем теплоснабжения и теплоисточников существенно влияют технологии деаэрации воды [1]. В работах [2–5] установлено, что наибольшая энергетическая эффективность достигается при вакуумной деаэрации воды с минимальной температурой теплоносителей, участвующих в деаэрации. Естественно, при этом должен соблюдаться технологически необходимый температурный режим деаэрации, обеспечивающий соблюдение требований качества обработанной воды.

Повышение энергетической эффективности вакуумной деаэрации может быть осуществлено с помощью совершенствования способов регулирования процесса деаэрации [6, 7] или схем включения вакуумных деаэраторов в теплофикационные турбоустановки [8, 9].

Качественная противокоррозионная обработка технологических потоков воды при минимально возможной температуре деаэрации приводит к повышению энергетической эффективности теплофикационных турбоустановок и, как следствие, повышению экономичности работы всей тепловой электрической станции. Особенно актуально это положение для открытых систем теплоснабжения с большими расходами подпиточной воды: чем ниже температура деаэрированной подпиточной воды, тем ниже температура обратной сетевой воды, с которой подпиточная вода смешивается, и тем ниже потенциал отопительных отборов пара теплофикационных турбин, которым подогревается сетевая вода. Величина же потенциала отборов пара непосредственно влияет на выработку электроэнергии на тепловом потреблении [4].

На экономичность работы систем теплоснабжения и теплоисточников существенно влияют технологии деаэрации воды [1]. В работах [2–5] установлено, что наибольшая энергоэффективность достигается при вакуумной деаэрации воды с минимальной температурой теплоносителей, участвующих в деаэрации

УДК 621.187.124. Номер специальности: 05.14.04; 05.23.03.

Энергоэффективная схема включения вакуумного деаэратора в систему регенерации теплофикационной турбоустановки

Владимир И. Шарапов, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой; **Ольга В. Пазушкина**, к.т.н., доцент; **Максим В. Золин**, студент магистратуры, кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция», Ульяновский государственный технический университет (УлГТУ)

На экономичность работы систем теплоснабжения и теплоисточников существенно влияют технологии вакуумной деаэрации воды. Качественная противокоррозионная обработка воды при минимально возможной температуре деаэрации приводит к повышению энергетической эффективности теплоисточников. На энергетическую эффективность также большое влияние оказывает режим работы теплофикационных паровых турбин. Разработана технология вакуумной деаэрации воды, позволяющая повысить надёжность и экономичность работы теплоэнергетической установки в теплофикационных режимах с малым пропуском пара в конденсатор турбины.

Ключевые слова: *системы теплоснабжения, подпиточная вода теплосети, узел вакуумной деаэрации, энергетическая эффективность.*

UDC 621.187.124. Number of scientific specialty: 05.14.04; 05.23.03.

Energy efficient circuit for incorporation of a vacuum deaerator into the regeneration system of a heating turbine

Vladimir I. Sharapov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department; **Olga V. Pazushkina**, PhD, Associate Professor; **Maxim V. Zolin**, master's student, the Department of the Heat and Gas Supply and Ventilation, Ulyanovsk State Technical University (UlSTU)

The economical operation of heat supply systems and heat sources is significantly affected by the technology of vacuum deaeration of water. High-quality anticorrosive treatment of water at the lowest possible temperature of deaeration leads to an increase in the energy efficiency of heat sources. Energy efficiency is also greatly influenced by the operation mode of steam-generating steam turbines. The technology of vacuum de-aeration of water has been developed, which allows to increase the reliability and efficiency of the operation of the heat and power plant in heat and power plants with a small pass of steam into the turbine condenser.

Key words: *heat supply systems, make-up water of the heating system, vacuum deaeration unit, energy efficiency.*

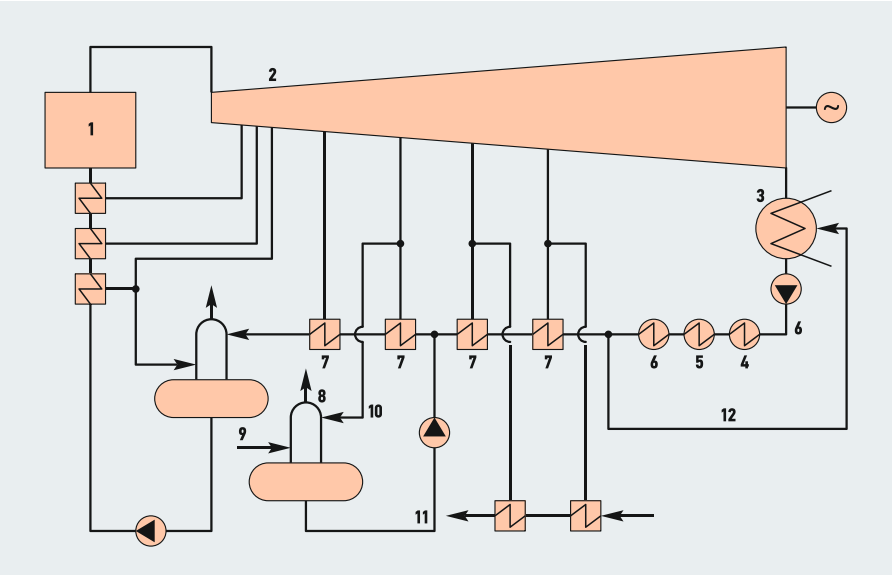


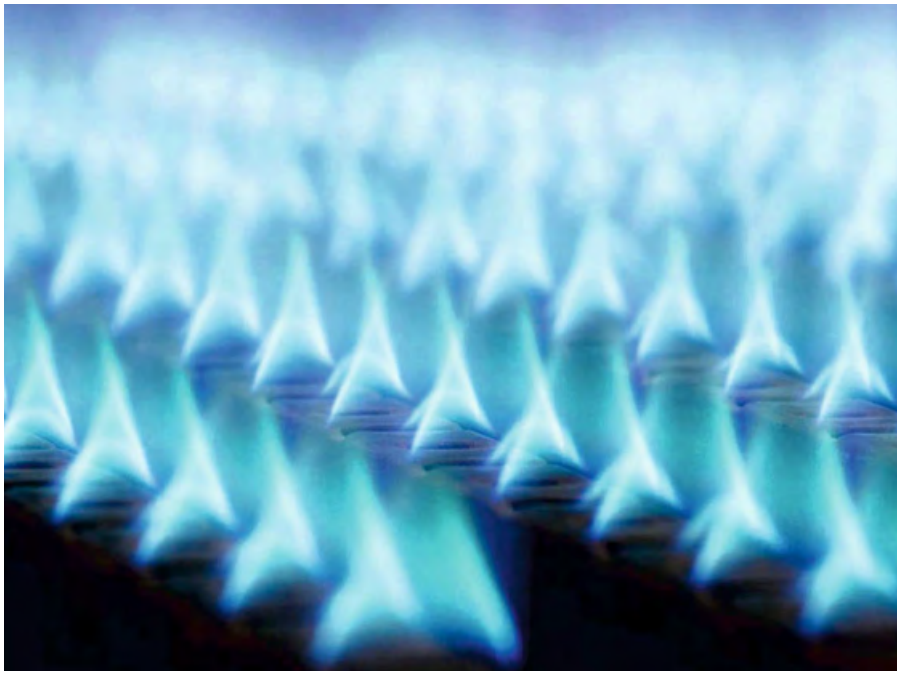
Рис. 1. Принципиальная схема тепловой электрической станции с рециркуляцией основного конденсата (1 — паровой котёл; 2 — теплофикационная турбина; 3 — конденсатор; 4 — охладитель основного эжектора; 5 — охладитель пара уплотнений; 6 — сальниковый подогреватель; 7 — подогреватели низкого давления; 8 — деаэратор; 9 — трубопровод исходной воды; 10 — трубопровод греющего агента; 11 — трубопровод добавочной питательной воды; 12 — трубопровод рециркуляции)

На энергетическую эффективность ТЭЦ также оказывают большое влияние режимы работы теплофикационных паровых турбин. Наиболее экономичными являются режимы с полностью загруженными отопительными отборами и минимальными пропусками пара в конденсатор. Минимальный (вентиляционный) пропуск пара через часть низкого давления определяется конструкцией турбины. В режимах работы турбины с малыми пропусками пара в конденсатор количество основного конденсата турбины становится недостаточным для охлаждения сальниковых подогревателей, охладителей эжекторов и уплотнений, включённых в линию основного конденсата.

Существует ряд конструктивных решений, в той или иной мере позволяющих снизить потери теплоты в конденсаторе и решающих проблему использования теплоты, отводимой от охладителей эжекторов, уплотнений турбины и сальникового подогревателя. Наиболее распространена и наименее экономична схема ТЭЦ с применением рециркуляции основного конденсата турбины и сбросом этого конденсата в конденсатор (рис. 1).

Недостаток изображённой на рис. 1 схемы заключается в пониженной надёжности и экономичности работы теплофикационной турбинной установки в теплофикационных режимах работы турбины с малыми пропусками пара в конденсатор, так как в этих режимах не обеспечивается достаточное охлаждение включённых в трубопровод основного конденсата турбины охладителя эжекторов, охладителя уплотнений, сальникового подогревателя.

Рециркуляция основного конденсата со сбросом конденсата в конденсатор приводит к потерям теплоты, так как теплота нагретого во вспомогательных теплообменниках турбины конденсата, поступающего в конденсатор по линии рециркуляции, отдаётся циркуляционной воде и не используется в цикле электростанции. Эти потери теплоты достаточно велики и сопоставимы с потерями от пропуска пара в конденсатор.



Для исключения этих недостатков нами предложены и запатентованы новые решения, позволяющие исключить такие потери теплоты в конденсаторе.

Рассмотрим одно из решений [10], позволяющее существенно повысить надёжность и экономичность теплофикационных турбоустановок в зимних режимах с малым пропуском пара в конденсатор (рис. 2).

Реализуемая в этом решении технология работы теплофикационной турбоустановки предполагает использовать для охлаждения охладителя эжекторов, охладителя уплотнений и сальникового подогревателя помимо небольшого количества основного конденсата турбины значительное количество деаэрированной добавочной питательной воды и каскадно сбрасываемого охлаждённого конденсата регенеративных подогревателей низкого давления.

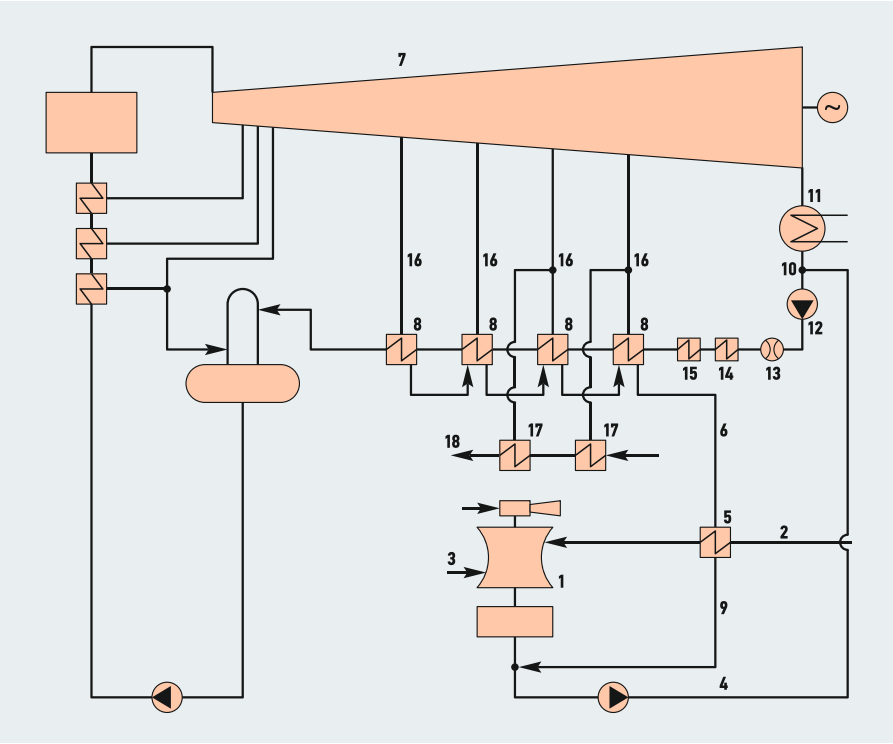


Рис. 2. Новая схема теплофикационной турбоустановки с вакуумной деаэрацией добавочной питательной воды котлов [10] (**1** — вакуумный деаэратор добавочной питательной воды; **2** — трубопровод исходной воды; **3** — трубопровод греющего агента; **4** — трубопровод деаэрированной добавочной питательной воды; **5** — подогреватель исходной воды; **6** — конденсатопровод; **7** — турбина; **8** — регенеративный подогреватель низкого давления; **9** — трубопровод охлаждённого конденсата; **10** — трубопровод основного конденсата турбины; **11** — конденсатор; **12** — конденсатный насос; **13** — охладитель эжекторов; **14** — охладитель уплотнений; **15** — сальниковый подогреватель; **16** — паропроводы отопительных отборов; **17** — сетевые подогреватели; **18** — трубопровод сетевой воды)

Решением [10] предусмотрен энергоэффективный подогрев исходной воды перед вакуумным деаэратором добавочной питательной воды котлов ТЭЦ потоком конденсата регенеративных подогревателей

Это позволяет устранить традиционно применяемую в таких режимах рециркуляцию основного конденсата через охладитель эжекторов, охладитель уплотнений, сальниковый подогреватель.

Тем самым исключаются потери теплоты в конденсаторе и повышается надёжность работы охладителя эжекторов, охладителя уплотнений, сальникового подогревателя.

Кроме того, данным решением [10] предусмотрен энергетически эффективный подогрев исходной воды перед вакуумным деаэратором добавочной питательной воды котлов ТЭЦ низкопотенциальным потоком конденсата регенеративных подогревателей, который далее используется для охлаждения вспомогательных подогревателей конденсатно-питательного тракта турбины.

Оценка энергетической эффективности нового решения выполнена с помощью методики [4].

За основу для расчётов принят режим работы турбоустановки в теплофикационном режиме с малыми пропусками пара в конденсатор и использованием технологии подогрева исходной добавочной питательной воды перед водоподготовительной установкой и струйно-барботажным вакуумным деаэратором ДВ-400 основным конденсатом теплофикационной турбоустановки Т-100/120-130.

Расчёт показал, что использование каскадно сливаемого из подогревателей системы регенерации низкого давления конденсата для подогрева исходной воды перед вакуумным деаэратором добавочной питательной воды котлов и направление этой воды совместно с охлаждённым конденсатом регенеративных подогревателей в конденсатно-питательный тракт между конденсатором и вспомогательными теплообменниками турбоустановки даёт годовую экономию условного топлива более 8800 тонн или в денежном выражении — более 35 млн руб. в год.

Выводы

Исходя из сказанного выше, можно сделать выводы:

1. На энергетическую эффективность ТЭЦ существенное влияние оказывает совершенство схем и режимов работы теплофикационных турбоустановок, в частности, организация подогрева потоков добавочной питательной воды котлов и охлаждения вспомогательных теплообменников турбин.

2. Разработано особенное техническое решение, которым предусмотрен подогрев исходной воды перед вакуумным деаэратором добавочной питательной воды котлов каскадно сливаемым из подогревателей низкого давления системы регенерации турбины конденсатом, а также использование деаэрированной добавочной питательной воды и охлаждённого конденсата подогревателей системы регенерации для охлаждения охладителей эжекторов, уплотнений и сальниковых подогревателей.

3. Реализация нового решения позволяет снизить потери теплоты в конденсаторе за счёт исключения рециркуляции основного конденсата турбин в зимних режимах и повысить экономичность подготовки добавочной питательной воды котлов. Годовая экономия условного топлива на теплофикационной турбоустановке модели Т-100/120-130 при использовании предложенного решения превышает 8800 тонн.

1. Шарапов В.И. Актуальные проблемы использования вакуумных деаэраторов в открытых системах теплоснабжения // Теплоэнергетика, 1994. №8. С. 53–57.
2. Мошкарин А.В., Виноградов В.Н., Ледуховский Г.В. Экспериментальное исследование и моделирование технологических процессов атмосферной струйно-барботажной деаэрации воды // Теплоэнергетика, 2010. №8. С. 21–25.
3. Лаптев А.Г., Лаптева Е.А., Шагиева Г.К. Эффективность очистки воды от растворенных газов при слабом и сильном взаимодействии фаз в плёночных аппаратах // Теплоэнергетика, 2018. №4. С. 65–71.
4. Шарапов В.И. Методика оценки энергетической эффективности структурных изменений в тепловых схемах ТЭС // Труды Академэнерго, 2015. №2. С. 27–37.
5. Ротов П.В., Шарапов В.И. Особенности регулирования нагрузки систем теплоснабжения в переходный период // Энергосбережение и водоподготовка, 2010. №2. С. 25–28.
6. Шарапов В.И., Цюра Д.В. О регулировании термических деаэраторов // Электрические станции, 2000. №7. С. 21–24.
7. Патент №21475559 (RU). Вакуумная деаэрационная установка / Шарапов В.И., Цюра Д.В. // Бюллетень изобретений и открытий, 2000. №11.
8. Шарапов В.И. О предотвращении внутренней коррозии теплосети в закрытых системах теплоснабжения // Теплоэнергетика, 1998. №4. С. 16–19.
9. Патент №2174182 (RU). Способ работы тепловой электрической станции / Шарапов В.И., Макарова Е.В. // Бюллетень изобретений и открытий, 2001. №27.
10. Патент №183168 (RU). Узел вакуумной деаэрации добавочной питательной воды котлов теплоэнергетической установки / Шарапов В.И., Золин М.В., Мингараева (Кудрявцева) Е.В., Пазушкина О.В. // Бюллетень изобретений и открытий, 2018. №26.

References — see page 94.

Be sure. testo

Go digital!
И получите подарок от Testo

При покупке в период 01.06.2019-31.08.2019 цифрового манометрического коллектора **testo 550** или **testo 557** - универсальная отвертка в подарок.

Количество подарков ограничено.

Подробности акции - на нашем сайте **www.testo.ru** и сайтах партнеров.

info@testo.ru • +7(495)221-62-13

На правах рекламы.

Повышение энергоэффективности систем отопления и вентиляции: сравнительный анализ проектной документации

Рецензия эксперта на статью получена 05.06.2019 [Expert review on the article received on June 5, 2019].

Введение

В 2019 году в России планируется ввод в строй 10–20 млн м^2 коммерческой недвижимости, по большей части за счёт коммерческих площадей и административных зданий социального назначения (лечебные и учебные учреждения, музеи и т.д.) [1]. Важно, чтобы весь этот объём недвижимости соответствовал современным представлениям об экономичности при строительстве, надёжности и потреблению энергоресурсов. Львиная доля последних тратится на системы ОВиК. Становится актуальной цель повышения энергоэффективности таких систем, составление рекомендаций, общих для проектировщиков, и внесения правок в существующую нормативно-техническую документацию. В контексте данной цели в настоящей статье решается задача выявления общих закономерностей и потенциальных упущений на этапе проектирования, что может послужить научным фундаментом для достижения поставленной выше цели.

Специфичность исследований отдельных авторов, чьи публикации посвящены, например, только религиозным объектам (православным храмам), да ещё и в определённых климатических условиях [2], не позволяет экстраполировать результаты их работы для решения обозначенной выше задачи. Невозможность применения способов расчёта и методов анализа зарубежных учёных в условиях Центральной части Российской Федерации уже показана на примере систем пассивного солнечного отопления [3]. В то же время Кай и Браун [4] описывают системы отопления и вентиляции в США, приводя величины потребления электроэнергии для нескольких принципов компоновки и управления оборудованием, полученные при лабораторных и натурных испытаниях. Пользуясь исключительно программными методами, Маккарини и др. [5] моделируют перспективы применения идеи получения тепловой энергии, выделяемой при изменении агрегатного состояния некоторых материалов, для одновременного тепло- и холодоснабжения потребителей, подключённых к централизованным системам.

Становится актуальной цель повышения энергоэффективности таких систем, составление рекомендаций, общих для проектировщиков, и внесения правок в существующую нормативно-техническую документацию

Повышение энергоэффективности наружных систем теплоснабжения (тепловых сетей) — популярная тема публикаций в отечественной печати [6], однако методы и средства, используемые для этого, не всегда применимы для внутренних инженерных систем зданий, особенно в контексте разработки соответствующих разделов проектной и рабочей документации.

С другой стороны, среди общих применимых методов и средств — замена традиционной запорной арматуры шаровыми кранами и снижение коэффициента теплопроводности при одновременном увеличении срока эксплуатации тепловой изоляции.

УДК 697.34. Научная специальность: 05.14.04.

Повышение энергоэффективности систем отопления и вентиляции: сравнительный анализ проектной документации

Станислав В. Чичерин, аспирант, Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)

Рассчитывались величины тепловых нагрузок и потери давления в системе отопления. Применяемое зонирование систем отопления по фасадам позволяет регулировать теплоотдачу радиаторов с учётом климатических и погодных факторов. Наиболее популярным энергосберегающим мероприятиям остаётся установка на отопительных приборах автоматических терморегуляторов. Проектами не закладываются системы централизованного холодоснабжения для поддержания микроклимата помещений в тёплое время года. Коллекторные (горизонтальные) схемы системы отопления получили распространение не только в жилищном строительстве, но и в административных зданиях. Даже для объектов, предназначенных для пребывания детей, не применяются системы отопления типа «тёплый пол». Продолжают использоваться местные отопительные приборы (радиаторы), для которых требуется теплоноситель более высокой температуры. Это не позволяет уделять должного внимания утилизации бросового тепла и вовлечению в процесс генерации нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, снижая автономность и показатели энергоэффективности социальных объектов. Проектирование систем отопления зданий скрытого исполнения с использованием труб из полиэтилена или пропилена ещё не стало общепринятой нормой.

Ключевые слова: *здание, воздух, помещение, школа, трубопровод, установка, температура, теплоснабжение, столовая, давление, строительство.*

UDC 697.34. Number of scientific speciality: 05.14.04.

Heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) project comparison framework: a content-based approach in drawing management

Stanislav V. Chicherin, postgraduate student, Omsk State Transport University (OSTU)

An important aspect of the load assessment is to determine if the available loads are addressable by the HVAC system. Hence, each building load should be carefully verified in terms of the type and quality of energy required to satisfy facility needs. The pressure drop of a heating pipeline is also calculated. Washrooms are treated as a separate zone and provided only with exhaust. The zone is supplied from a central system that has a separate control for each zone adapted to the climatic conditions and solar gain. The only energy-conservation-measure is usually, but not always, a thermostat. Either directly or indirectly, a thermostat controls the temperature at its location. The cooling load of a building are mostly satisfied by electrical air-conditioners directly which consume lot of electricity from the supply side. Horizontal distribution is typical for most heating systems. To accommodate this need, the design engineer needs to take into account the even spacing over the entire area that requires heating. Another consideration in the horizontal space cavity is accommodating the valves and individual metering devices. A floor that uses the floor surface for heating is called a radiant floor. The regulations for occupants limits its use. The small-bore plastic piping that snakes back and forth is specific for hydronic systems. The design considerations differ from area to area including the circuiting through the carbon steel pipe loop. Therefore, the hot water is still distributed by seamless, butt-welded, or spiral-welded pipe.

Key words: *building, air, room, school, pipe, installation, temperature, district heating, catering, pressure, construction.*

Материалы и методы исследования

Сравнение базируется на 16 основных составляющих, определяющих энергоэффективность систем отопления и вентиляции на стадии проектирования:

1. Общие:
- величина тепловых нагрузок;
- температурный график работы систем отопления и вентиляции;
- автоматизация оборудования отопления и вентиляции;
- размещение средств автоматизации;
- наличие электрического обогрева;

2. В части системы вентиляции:
- тип системы вентиляции, наличие рекуператоров тепловой энергии;
- исполнение системы воздуховодов;
- мероприятия по борьбе с шумом;
- тип исполнения оборудования вентиляционных установок;

3. В части системы отопления:
- схема системы отопления;
- тип отопительных приборов;
- наличие на отопительных приборах устройств регулирования расхода;
- тип запорной и регулирующей арматуры;
- исполнение трубопроводов отопительной системы;
- потеря давления в системе отопления;
- способ удаления воздуха.

Характеристика отдельных объектов по приведённым критериям — распространённый подход в научных публикациях [4, 5]. Однако сравнения нескольких объектов по всем приведённым критериям (по имеющимся у автора этой статьи данным) ранее не проводилось, что и обуславливает научную новизну настоящего исследования.

Отопительная нагрузка рассчитывалась следующим образом:

$$Q_{o.max} = \alpha V q_o \left(t_j - t_o\right)\left(1 + K_{и.р}\right)10^{-6}, \quad (1)$$

где α — поправочный коэффициент, учитывающий отличие расчётной температуры наружного воздуха для проектирования отопления t_o от величины –30 °С, при которой определено соответствующее значение q_o; V — отапливаемый объём здания, м³; q_o — удельная отопительная характеристика здания при –30 °С, кДж/(м³·ч·°С); $K_{и.р}$ — расчётный коэффициент инфильтрации.

Несмотря на потребность модернизации расчёта удельной вентиляционной характеристики, способы теплотехнического расчёта, завязанные на удельных характеристиках расхода тепловой энергии на нужды отопления и вентиляции, наиболее просты и дают результаты с приемлемой погрешностью [7].

Последняя величина $K_{и.р}$ рассчитывается по выражению:

$$K_{и.р} = 10^{-2}\sqrt{2gL\left(1 - \frac{273 + t_o}{273 + t_j}\right) + w_o^2}, \quad (2)$$

где L — строительная высота здания, м; w_0 — расчётная для данного населённого пункта скорость движения воздуха в течение отопительного сезона, м/с.

Потеря давления в системе отопления [Па] определяется по формуле:

$$\Delta P = \Delta P_{тр} + \Delta P_{м.с}, \quad (3)$$

где $\Delta P_{м.с}$ — потери в местных сопротивлениях, Па; $\Delta P_{тр}$ — потери давления на трение, Па:

$$\Delta P_{тр} = \lambda \frac{l v^2 \rho_ж}{2d} = Rl, \quad (4)$$

где R — удельная потеря давления на трение, Па/м; λ — коэффициент гидравлического трения:

$$\lambda = 0{,}11\left(\frac{k_э}{d} + \frac{68}{Re}\right)^{0{,}25}, \quad (5)$$

здесь $k_э$ — коэффициент эквивалентной шероховатости трубопроводов; Re — критерий Рейнольдса:

$$Re = \frac{vd}{\nu}, \quad (6)$$

где l — общая длина трубопроводов отопительной системы, м; λ — средний коэффициент трения; v — скорость движения потока теплоносителя, м/с; d — внутренний диаметр трубы, м.

При зависимом подключении удельную потерю давления на трение [Па] возможно определять, задаваясь напором в тепловой сети:

$$\Delta P_{м.с} = \sum \xi \frac{v^2 \rho_ж}{2}, \quad (7)$$

$$\Delta P_{ср} = 0{,}65\frac{\Delta P_р}{\sum l}, \quad (8)$$

где $\sum \xi$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений; $\Delta P_р$ — располагаемое циркуляционное давление, Па:

$$\Delta P_р = \Delta P_н + Б\Delta P_е, \quad (9)$$

где $\Delta P_н$ — циркуляционное давление, развиваемое насосом, Па; $\Delta P_е$ — естественное циркулярное давление, Па; $Б$ — эмпирическая величина, показывающая долю естественного циркуляционного давления в расчётном располагаемом давлении (для двухтрубных систем принимается 0,4, для однотрубных систем — 1,0).

Насосное циркуляционное давление $\Delta P_н$ зависит от схемы подключения системы отопления к тепловым сетям. Естественное циркулярное давление $\Delta P_е$ определяется в зависимости от типа системы отопления (одно- или двухтрубная).

Объектами исследования стали следующие здания:
- **Артёмовского городского суда** со строительством пристройки (город Владивосток);
- **филиала (второй сцены) Федерального государственного бюджетного учреждения культуры Московского художественного академического театра (МХАТ) им. А.П. Чехова** (по адресу: г. Москва, ЮАО, пересечение проспекта Андропова с Нагатинской улицей);
- **муниципального казённого общеобразовательного учреждения Кадыйской средней общеобразовательной школы им. М.А. Четвертного** в посёлке городского типа Кадый Костромской области;
- **страхового товарищества «Саламандра» (1913–1914 годы)** для размещения бюджетного учреждения культуры Омской области Омского областного музея изобразительных искусств им. М.А. Врубеля (г. Омск, ул. Музейная, д. 4);
- и др.

Системы отопления и вентиляции школ также исследованы в [8] — бóльшая часть статьи посвящена проблемам, выявленным при эксплуатации таких систем в учебных учреждениях, построенных по разным типовым проектам.

Воздухообмен по помещениям проверялся:
- по нормируемым кратностям;
- по нормам минимального расхода наружного воздуха на одного человека;
- по расчёту на ассимиляцию избыточных тепловыделений и на разбавление выделяющихся вредностей до концентраций, не превышающих предельно-допустимые для рабочей зоны помещений.

Количество приточного воздуха для нежилых пространств и кабинетов взято по норме минимально допустимого расхода наружного воздуха на одного работника, пребывающего в помещении более двух часов (40 или 60 м³/ч при наличии или отсутствии возможности естественного проветривания, соответственно) и менее двух часов непрерывно (20 м³/ч).

Фото: ГК «Стек», stek-group.com

Проект здания филиала (второй сцены) Московского художественного академического театра

При расчёте тепловых потерь были приняты значения приведённых термических сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций: наружных стен — 2,55 м²·°С/Вт; покрытий — 5,64 м²·°С/Вт; неэксплуатируемых покрытий — 4,58 м²·°С/Вт; внутренних стен — 0,6162 м²·°С/Вт; окон — 0,41 м²·°С/Вт; дверей — 0,67 м²·°С/Вт; утеплённых полов на грунте — от 0,05 до 0,13 м²·°С/Вт.

Климатические условия по температуре наружного воздуха приняты согласно СП 131.13330.2012 и СНиП 41-02–2003 и, например, для Омска: расчётная температура наружного воздуха составляет –31 °С (для проектирования отопления и вентиляции в холодный период года, параметры Б); расчётная температура наружного воздуха составляет +23,3 °С (для проектирования вентиляции в тёплый период года, параметры А).

Результаты исследования и их обсуждение

Транспортируемый теплоноситель для системы теплоснабжения приточных установок и систем отопления — вода, с расчётным графиком температур 60/45 °С. Выбор температурного графика обусловлен тем, что теплоснабжение здания столовой Кадыйской средней школы с тёплым переходом осуществляется от котельной посёлка Кадый, где отпуск тепловой энергии осуществляется по температурному графику 60/45 °С.

Теплоноситель в здании страхового товарищества «Саламандра» для размещения Омского областного музея изобразительных искусств с параметрами t_{11} = 85 °С, t_{21} = 65 °С поступает к отопительным приборам из теплового пункта от распределительного коллектора. Система теплоснабжения калориферов приточных установок подключается к тепловым сетям по независимой схеме через теплообменник марки Funke. Теплоносителем служит воднопропиленгликолиевая смесь (115/65 °С). Смесь предназначена для предупреждения замерзания воды, 50 %-я концентрация поддерживается водосмесительными узлами.

Ёмкость для приготовления раствора гликоля с водой, насос Grundfos и расширительный бак устанавливаются в помещении узла управления или в тепловом пункте (фото 1).

В здании филиала Федерального государственного бюджетного учреждения культуры Московского художественного академического театра в соответствии с техническим заданием система отопления подключается к теплосети по гидравлически независимой схеме через теплообменник (фото 2). Точка подключения системы отопления — распределительная гребёнка, установленная в индивидуальном тепловом пункте (ИТП). Теплоноситель для системы отопления — вода с расчётными параметрами 95/70 °С. Температура подаваемой воды регулируется по отопительному графику. Теплоноситель для системы вентиляции — вода с расчётными параметрами 90/70 °С. Температура подаваемой воды регулируется по отопительному графику. Для отопления театра в нерабочее время предусмотрена возможность регулирования расхода теплоносителя с помощью регулятора расхода.

В помещениях столовой Кадыйской средней общеобразовательной школы, расположенных вдоль наружных стен, комфортабельные климатические условия поддерживаются местными нагревательными приборами. Теплопотери помещений, не имеющих наружных стен, компенсируются за счёт теплопоступлений из смежных помещений.

Фото: Строительная компания «Лидер», stk-lider.com

Реконструируемое здание страхового товарищества «Саламандра» (1913–1914 годы) в Омске

Фото 1. Насосная группа на тепловом пункте существующего потребителя, выполненная из насосов Grundfos типа UPS с частотно-регулируемым приводом (ЧРП)

Фото: Администрация Кадыйского МР, admkad.ru

Здание Кадыйской средней школы со строящейся столовой

Теплоснабжение калориферов приточных установок осуществляется от теплового пункта здания отдельной системой водяного теплоснабжения. Способ прокладки трубопроводов системы отопления и теплоснабжения калориферов — открытый. В верхних точках систем теплоснабжения и отопления установлена воздуховыпускная арматура (автоматические воздухоотводчики). Для выпуска воздуха в верхней пробке каждого радиатора также устанавливаются воздухоотводчики, например, краны Маевского. Удаление воздуха из систем отопления осуществляется в верхних точках систем через автоматические воздухоотводчики Oventrop.

Во всех рассмотренных проектах каждая ветка систем отопления и вентиляции оборудованы отсечной и балансировочной арматурой. Запорная и регулирующая арматура на ответвлениях систем отопления и теплоснабжения принята производства Danfoss и Valtec (фото 3). На отдельных ветвях системы отопления для автоматической регулировки системы предусмотрена установка автоматических балансировочных клапанов ASV-PV и ASV-M производства Danfoss.

Для гидравлической увязки на ветках системы отопления предусматривается установка балансировочных клапанов марки Oventrop. Для гидравлической увязки систем теплоснабжения предусматривается установка ручных балансировочных клапанов Danfoss.

В части инженерных коммуникаций столовой Кадыйской средней школы с целью предотвращения коррозии предусмотрено покрытие трубопроводов под тепловой изоляцией краской БТ-177 ГОСТ 5631–79 за два раза по грунту ГФ-021 ГОСТ 25129–82. Вертикальные стояки систем отопления страхового товарищества «Саламандра» также покрываются грунтовкой ГФ-021 и окрашиваются краской БТ-177 за два раза. Магистральные трубопроводы, проложенные под потолком подвального этажа, проектируются с антикоррозийной защитой грунтовкой ГФ-021 и краской БТ-177 по одному слою, затем изолируются трубчатой изоляцией из вспененного каучука Thermaflex FRZ толщиной 13 мм.

Что касается теплоизоляции трубопроводов Кадыйской средней школы, то все они (на калориферы приточных установок, транзитные трубопроводы системы отопления отапливаемого перехода) изолированы трубками технической изоляции K-Flex ST на основе синтетического каучука (толщина изоляции 19 мм).

Фото 3. Регулирующий фланцевый клапан типа VB2 с редукторным электроприводом AMV10 для управления им производства Danfoss

Фото 2. Пример подключения моноблочного теплообменного аппарата к распределительному коллектору (на заднем плане)

Фото: kcsonkad.ucoz.ru

На здание ОГБУ «Кадыйский КЦСОН» в посёлке городского типа Кадый так же можно распространить энергосберегающий подход, аналогичный Кадыйской средней школе

Воздуховоды приточных систем от воздухозабора до водяных калориферов, воздуховоды вытяжных систем от обратных клапанов систем до места выброса вытяжного воздуха также подлежат тепловой изоляции. Воздуховоды предполагается изолировать тепло- и звукоизоляционными матами из минеральной ваты на основе стекловолокна Isotec Mat-Al (слой 50 мм). В здании филиала учреждения культуры Московского художественного академического театра в качестве изоляционного материала для трубопроводов предусмотрены минераловатные цилиндры Rockwool с покровным слоем из алюминиевой фольги. Трубопроводы теплоснабжения калориферов здания страхового товарищества «Саламандра» приняты из стальных электросварных прямошовных труб по ГОСТ 10704–91 Cm20 ГОСТ1050–88*, изолируются цилиндрами Rockwool 100 толщиной 30 мм, кашированными алюминиевой фольгой.

Можно заметить, что во всех рассмотренных проектах магистральные трубопроводы диаметром от 15 до 50 мм выполняются из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262–75* (Cm20), при бóльших диаметрах — из электросварных труб по ГОСТ 10704–91 (Ст3сп2).

При стояковой разводке (Кадыйская средняя школа) трубопроводы системы отопления выполняются из полипропиленовых труб Valtec PP-Fiber PN25, армированных стекловолокном, а горизонтальные поэтажные ветки, прокладываемые в конструкции пола (страховое товарищество «Саламандра»), приняты из многослойных трубопроводов KAN-therm. Все трубопроводы систем отопления, скрытые в стяжке пола, выполнены в защитном гофрированном кожухе. Трубы в полу предлагается проложить в защитной гофрированной трубе. Температура монтажа такой трубы должна быть не ниже +10 °С. Монтаж многослойных труб KAN-therm PE-RT/Al/PE-RT возможен при следующих условиях:

- все работы по монтажу систем отопления должны выполняться только организациями, имеющими на это лицензию;
- трубы, фасонные изделия, элементы и детали должны иметь сертификат Госстандарта РФ и гигиенический сертификат на расчётную температуру теплоносителя +9 °С при давлении в трубах 1 МПа со сроком службы трубопроводов при этих условиях эксплуатации не менее 25 лет;
- применение зажимных фитингов для труб в полу.

На проектируемых объектах общепринятым решением является приточно-вытяжная общеобменная и местная вентиляция с механическим побуждением, принимаемая исходя из типа помещения и его категории пожароопасности.

Административные здания отличаются от жилых тем, что в них, как правило, закладываются системы и отопления, и вентиляции. Присоединение всех зданий к существующим тепловым сетям осуществляется путём врезки в систему теплоснабжения вновь проектируемых наружных тепловых сетей во вновь возводимых тепловых камерах.

В административных зданиях местные системы вентиляции, как правило, закладываются отдельными для следующих типов помещений: обеденные залы; помещения пищеблока общего назначения; помещения установки мукопросеивателя (при наличии); цеха мойки столовой посуды; помещение сбора пищевых отходов; санитарные узлы и душевые; кладовые и инвентарные.

Единой системой приточной вентиляции обычно обеспечиваются все помещения административного здания. Для пространства пищеблока (столовой) предусматривается отдельная система приточной вентиляции. Похожих принципов разделения систем вентиляции придерживаются проектировщики инженерных коммуникаций всех социальных объектов, в том числе учебных и социальных учреждений [9].

Приточный воздух подаётся системами с механическим побуждением воздуха непосредственно в пространствах, где постоянно работают или находятся люди.

Фото: Юрий Геннадьевич / CC BY-SA 3.0 (creativecommons.org)

Здание страхового товарищества «Саламандра» (1913–1914 годы) в Омске

Фото: EuroVentGroup (EVG), euroventgroup.ru

Пристенный вытяжной зонт МВО (местный вентиляционный отсос) типа 3

В комплексе пищеблока обеспечивается воздушно-тепловой баланс помещений с подпором приточного воздуха в наиболее чистые помещения.

Системы приточно-вытяжной вентиляции горячего цеха запроектированы с применением приточно-вытяжных и вытяжных локализующих устройств над оборудованием, выделяющим избыточное тепло, влагу, канцерогены (электрическая плита, пароконвектомат, электропекарный шкаф). В качестве локализующих устройств применены зонты МВО (производитель — ЗАО «Сота»).

Моечные столовой посуды, где устанавливается промышленная машина, — это горячие цеха высокой влажности, для которых требуется местная вытяжная вентиляция с механическим побуждением (система В4) с преимущественной вытяжкой в зоне максимального загрязнения. Местная вытяжная вентиляция от мукопросеивателя выполнена обособлено (система В3). Объёмы воздуха приняты в соответствии с рекомендуемой скоростью в проёме зонта. Оборудование приточных установок и вытяжных систем В2, В4 располагается в приточной венткамере. Канальный вентилятор системы В3 расположен на улице на фасаде здания столовой. Оставшееся вытяжное оборудование располагается у потолка коридоров либо непосредственно у потолка обслуживаемых помещений.

Забор наружного воздуха приточными системами производится через воздухозаборную решётку. Перед подачей в помещения приточный воздух очищается от пыли на ячейковых фильтрах. В холодное время года приточный воздух нагревается в водяных воздухонагревателях. Например, в случае школы роль воздухоприёмного устройства, предназначенного для забора с улицы наружного воздуха, играет решётка «ЛюфтКон» LKR-1400×800, расположенная на отметке более двух метров от уровня земли с западного фасада здания. Выброс воздуха вытяжными системами, как правило, осуществляется из выбросных отверстий на высоте не менее 0,5 м над кровлей здания.

Всё оборудование для всех вытяжных и приточных установок, за исключением пищеблоков, принято общепромышленного исполнения. Отличие обусловлено тем, что установка систем для помещений приготовления пищи выполнена в «кухонном» исполнении: установлен фильтр-жироуловитель, а двигатель изолирован от рабочего колеса. Установка вентиляционной системы, обслуживающей мукопросеиватель, выполнена во взрывозащитном исполнении, для помещения моечной машины — в коррозионно-стойком исполнении.

Забор наружного воздуха приточными системами производится через воздухозаборную решётку. Перед подачей в помещения приточный воздух очищается от пыли на ячейковых фильтрах. В холодное время года воздух нагревается в водяных воздухонагревателях

Помещение моечной столовой посуды — горячий цех высокой влажности

Популярными изготовителями подобного оборудования являются компании «ЛюфтКон», «Арктика», «КлиматВентМаш», «Арктос», «Лиссант».

Воздуховоды вентиляционных систем выполняются прямоугольного и круглого сечения из листовой оцинкованной холоднокатаной стали по ГОСТ 14918–80*. Толщина воздуховодов вентиляционных систем — в соответствии со Сводом Правил 60.13330.2012, Приложение Л. Трассировка воздуховодов проектируемых вентиляционных систем выполняется наиболее рациональным образом с учётом свода правил, требований пожарной безопасности и с учётом взаимного расположения обслуживаемых помещений. Одновременно трассировка производится таким образом, чтобы минимизировать длину транзитных воздуховодов и уменьшить количество пересечений в плане воздуховодов различных систем.

Прокладка воздуховодов по помещениям осуществляется по стенам и по потолку с учётом расположения осветительных приборов. При прокладке воздуховодов через стены отверстия предлагается заделывать цементным раствором марки М200 на толщину конструкции в соответствии с требованиями Свода Правил 2.13130.2009 «Система противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».

Фото: Даниил Сарасеко, m.2gis.ru/omsk

Омский областной музей изобразительных искусств имени М. А. Врубеля

Воздуховоды располагаются по возможности в местах, доступных для осмотра внешней поверхности и проверки плотности соединения воздуховодов (в случае необходимости). Крепление воздуховодов осуществляется по типовой серии 5.904-1, не нарушая несущей способности существующих строительных конструкций.

Системы автоматики приточных установок предназначены для поддержания нормируемой температуры и обеспечения допустимого микроклимата и качества воздуха в обслуживаемой зоне в автоматическом режиме. Для этого в проектах обычно принимаются серийно изготавливаемые промышленностью приборы и средства автоматизации, в соответствии с действующими номенклатурами и с учётом условий среды помещений

Подача и удаление воздуха в помещения осуществляется через вентиляционные решётки с регулировкой направления воздушного потока и расхода воздуха.

Для предотвращения обратного движения воздуха, при неработающем механическом побуждении, на приточные системы предлагается монтировать обратные клапаны с электроприводом. Участки горизонтальных воздуховодов от противопожарной преграды помещений, защищаемых противопожарными клапанами, до лопаток противопожарных клапанов систем приточной и вытяжной вентиляции всех проектов предлагается выполнять огнестойкими с пределом огнестойкости не менее EI45, для системы местного отсоса взрыво- и пожароопасной смеси от мукопросеивателя столовой школы — не менее EI30. Для достижения требуемого предела огнестойкости применить систему конструктивной огнезащиты воздуховодов «ЕТ Вент» (производитель — «Тизол»).

Для оборудования приточно-вытяжных вентиляционных систем, как правило, предусматривается:

- управление и сигнализация положения на местных щитах, поставляемых комплектно с приточно-вытяжными установками (ПВУ);
- автоматизация по схемам, разработанным изготовителем оборудования приточных установок;
- автоматическое отключение вентилятора при неоткрытии клапанов на всасывание и напоре в течение заданного времени;
- автоматическое отключение при пожаре по сигналам автоматической пожарной сигнализации (АПС).

Перечисленные выше решения обусловлены требованиями технологии, охраны труда и пожарной безопасности. Системы автоматики приточных установок предназначены для поддержания нормируемой температуры и обеспечения допустимого микроклимата и качества воздуха в обслуживаемой зоне в автоматическом режиме. Для этого в проектах обычно принимаются серийно изготавливаемые промышленностью приборы и средства автоматизации, в соответствии с действующими номенклатурами и с учётом условий среды помещений.

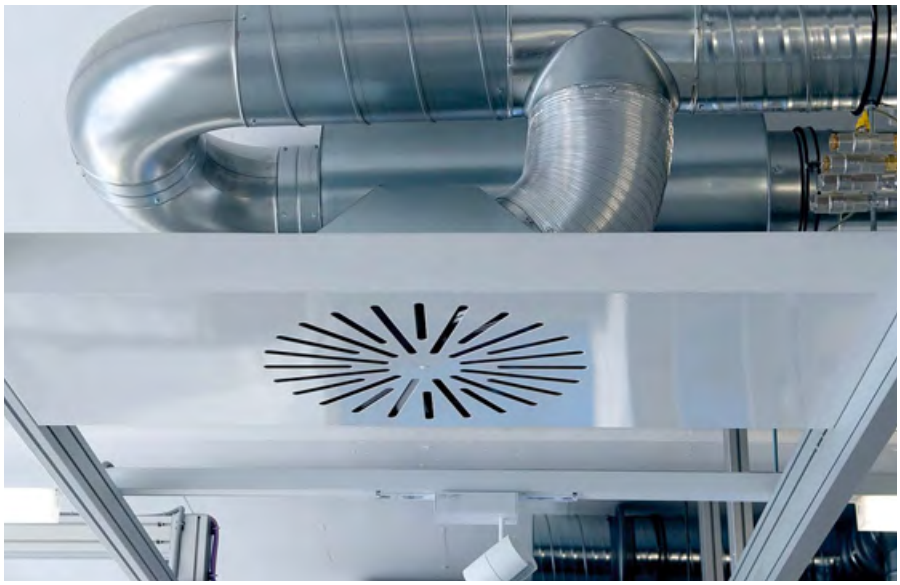
Например, в соответствующем разделе проекта школы разработаны принципиальные решения по автоматизации приточных систем типа LK и LKP компании «Люфткон», поставляемых комплектно с системами автоматики.

Для вентиляторов вытяжных вентиляционных систем предусматривается:

- местное управление и сигнализация положения на силовых шкафах;
- автоматическое отключение при пожаре в здании по сигналам автоматической пожарной сигнализации.

Шкафы управления устанавливаются в венткамере рядом с приточными вентиляционными системами и обеспечивают:

- ручной пуск и останов;
- управление воздушными клапанами с электроприводом, установленными на воздухозаборах;
- управление исполнительными механизмами клапанов отопительной воды;
- управление циркуляционными насосами отопительной воды;
- регулирование температуры приточного воздуха, в части поддержания заданной температуры, посредством воздействия на исполнительные механизмы смесительных регулирующих клапанов, установленных на теплоносителе водяных калориферов и на преобразователи частоты



приточных вентиляторов (температура воздуха контролируется датчиками, установленными в приточных воздуховодах, для регулирования температуры приточного воздуха на обратном трубопроводе обвязок воздухонагревателей вентиляционных систем могут быть установлены двухходовые регулирующие клапаны с электроприводом, для обеспечения регулирования температуры приточного воздуха за счёт изменения температуры теплоносителя, подаваемого в воздухонагреватель, — качественное регулирование, то есть обвязка воздухонагревателя выполнена с подмешивающим насосом Grundfos, причём данная схема обвязки воздухонагревателя обеспечивает также более надёжную защиту воздухонагревателя от замораживания);

- защиту водяных калориферов от замораживания, которая производится по температуре воды и воздуха (термостат защиты от замораживания по воде встроен в калорифер на выходе сетевой воды из теплообменника — при понижении температуры ниже +3°С поступает сигнал на отключение вентиляционной системы, а при понижении температуры воздуха за калорифером до +6°С поступает сигнал на останов вентиляционной системы от термостата защиты от замораживания по воздуху, устанавливаемого в воздуховоде за водяным калорифером);
- аварийный останов систем при уменьшении перепада давления на воздушных фильтрах;
- отключение системы по сигналу о пожаре;
- защиту электродвигателя вентилятора от коротких замыканий и перегрузок в электрических цепях.

Для противопожарных клапанов предусматривается:

- местное управление и сигнализация положения на кнопочных постах;
- автоматическое закрытие при пожаре в здании по сигналам автоматической пожарной сигнализации.

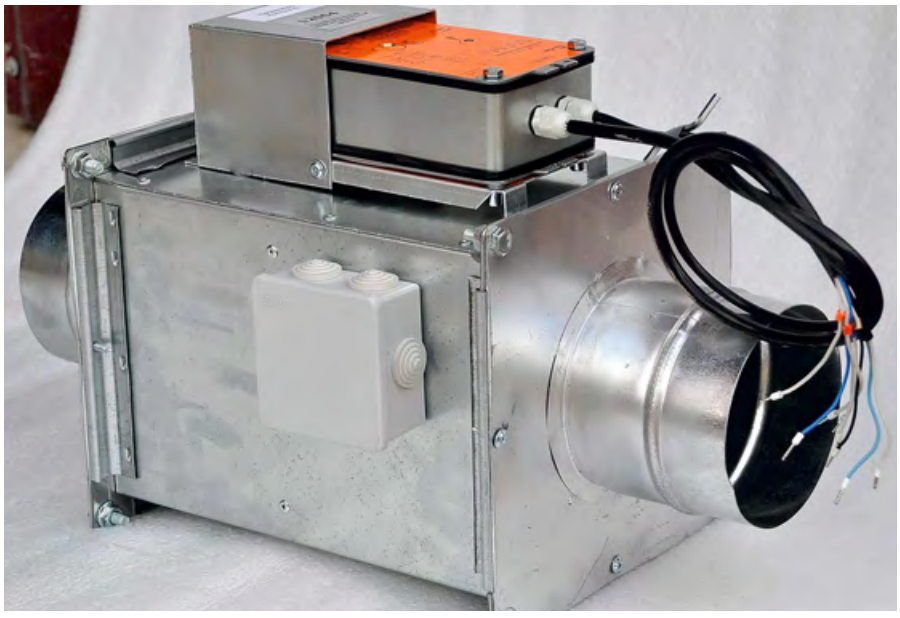


Фото: Airo-Climate, vtvent.ru

Противопожарный клапан для системы дымоудаления

Также может предусматриваться защитное отключение приточных вентиляционных систем при пожаре по цепям управления с сохранением цепей защиты от замораживания.

Для размещения приборов и средств автоматизации проектами обычно предусматриваются:

- щиты — готовые изделия комплектной поставки;
- типовые конструкции — для установки датчиков и местных приборов.

Для питания приборов и средств автоматизации используется однофазный переменный ток напряжением 220 В / 50 Гц или постоянный ток напряжением 24 В.

Проектом школы дополнительно предусматривается:

- контроль температуры и давления прямого и обратного теплоносителя в системе теплоснабжения приточных установок. Для индикации параметров приняты термоманометры типа ТМТБ (производитель — ЗАО «Росма»);
- управление приточными вентиляционными системами на базе систем автоматического управления (САУ) типа ACS-LK и ACS-LKP, поставляемых комплектно и обеспечивающих работу установок в автоматическом режиме (в состав САУ входят приборы, средства автоматизации и шкафы автоматического управления на базе контроллеров Segnetik, которые служат для управления, защиты и регулирования, причём контроллер, установленный в шкафу управления, обеспечивает высокую точность регулирования, стабильность, а также безопасность использования оборудования).

В целях снижения механического и аэродинамического шума от вентиляционных установок реализуются следующие мероприятия:

- предусматриваются ПВУ в шумоизолированном корпусе, что обеспечивает первичное шумоподавление;
- применяются осевые вентиляторы с пониженным уровнем шума;
- в вентиляционных системах, подающих воздух для пространств с лимитированным уровнем звукового давления, предусматривается обязательная установка шумоглушителей;
- скорость движения воздуха в воздуховодах и воздухораспределителях определяется с учётом акустических требований (для магистральных воздуховодов, прокладываемых по коридорам, она составляет до 8 м/с, для ответвлений воздуховодов, прокладываемых по основным и вспомогательным помещениям, — до 5 м/с, а для воздухораспределителей — от 1,5 до 3 м/с).

Как правило, выполняется обустройство нескольких независимых друг от друга систем отопления. Так, здание школы со столовой обслуживается тремя системами водяного отопления, включая собственную систему отопления отапливаемого перехода и систему отопления столовой. Схемы всех этих трёх систем водяного отопления помещений: двухтрубные тупиковые, горизонтальные, пофасадные, с нижней разводкой подающей и обратной магистрали. Разводка магистральных трубопроводов системы отопления перехода, идущих по столовой, предусмотрена под потолком.

Разводка магистральных трубопроводов от ИТП здания филиала МХАТ им. А.П. Чехова выполняется на уровне пола первого этажа. Далее систему отопления предлагается выполнять двухтрубной стояковой с нижней разводкой с тупиковым движением теплоносителя. Для отопления здания страхового товарищества «Саламандра» (так же, как и для школы) заложены три системы отопления, исполненные двухтрубными, горизонтальными с коллекторной разводкой.

В здании школы предусмотрено отопление с помощью биметаллических секционных радиаторов Base 500 (производитель — Rifar) с межосевым расстоянием 500 мм с боковым подключением (фото 4).

Система отопления рассчитана на поддержание оптимальной внутренней температуры воздуха. В качестве нагревательных приборов здания страхового товарищества «Саламандра» приняты профильные панельные радиаторы и конвекторы Radik Klasik (производитель — Korado). В качестве отопительных приборов здания филиала Московского художественного академического театра используются радиаторы Logatrend с боковым подключением (производитель — Buderus). В помещениях АТС, серверных, ВРУ, электрощитовой, трансформаторной в качестве отопительных приборов используются регистры из стальных гладких труб (фото 5).

Для наиболее равномерного отопления складских помещений, расположенных на подземном этаже, было принято решение использовать отопительные агрегаты Frico SWS-02 (фото 6).

Для регулирования теплоотдачи отопительные приборы оборудуются клапанами регулирующими прямыми VT.008 (производитель — Valtec). Отопительные приборы размещаются преимущественно под световыми проёмами у наружных стен — в местах, где возможно их обслуживание. Приборы отопления приняты преимущественно с узлом нижнего подключения. Регулирование теплоотдачи приборов осуществляется встроенными термовентилями и термостатическими элементами Oventrop.

Распределение теплоносителя к отопительным приборам производится от коллекторов с отсечными кранами и регулировочными вентилями Oventrop.

У нагревательных приборов предусмотрены автоматические терморегуляторы для регулирования теплоотдачи и запорная арматура. В холле, вестибюле, технических и подсобных помещениях устанавливаются терморегуляторы с ручным управлением (то есть без термостатических головок).

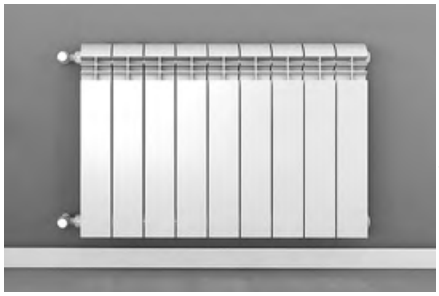


Фото: АО «РИФАР», rifar.ru

Фото 4. Биметаллический секционный радиатор Base 500 (производитель — Rifar)

Фото 5. Приборы отопления в виде регистра из гладких труб (вид при 3D-проектировании)

Фото: Официальный сайт мэра Москвы, mos.ru

Проект здания филиала (второй сцены) Московского художественного академического театра

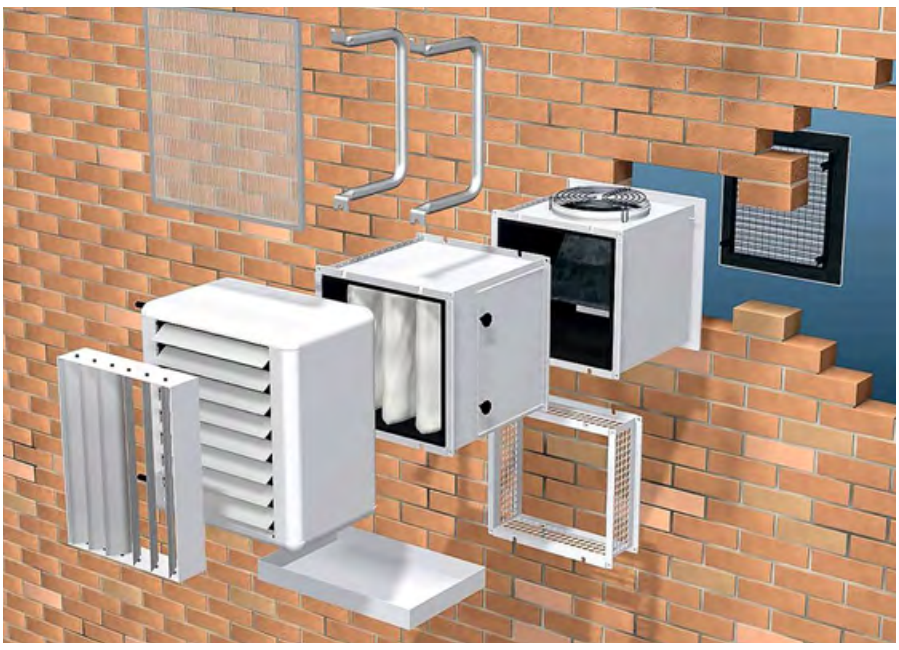


Фото: Mijnklimaatshop.nl

Фото 6. Схема компоновки отопительного агрегата Frico SWS-02

Фото: МБОУ СОШ №7 (город Тихорецк), soh7tih.edusite.ru

Горячее водоснабжение столовой школы запроектировано от электрических водонагревателей

В работе [10] подчёркиваются достоинства низкотемпературного лучистого отопления, приводится способ расчёта тепловых потерь помещений, где таким способом производится нагрев воздуха, но никакого описания традиционных систем с целью сравнения теплотехнических и технико-экономических характеристик, к сожалению, не даётся.

Горячее водоснабжение столовой школы запроектировано от электрических водонагревателей. Отопление электрощитовой здания страхового товарищества «Саламандра» (1913–1914 годы) для размещения Омского областного музея изобразительных искусств им. М.А. Врубеля также предполагается осуществлять электрическим конвектором Nordic C4E 05 (производитель — Nobo) в комплекте с электронным термостатом, который поддерживает в помещении заданную пользователем температуру.

Три принятые проектом здания страхового товарищества «Саламандра» системы отопления снабжают теплом:

- административно-бытовые и технические помещения здания в осях «1-8/Б-Д» (её мощность составляет 155,29 кВт, потери давления в системе — 45,123 кПа);
- административно-бытовые и технические помещения здания в осях «1-8/Д-Ж» (145,39 кВт и 15,668 кПа, соответственно);
- лестничные клетки (соответственно, 62,89 кВт, 11,527 кПа).

Основные показатели по потребителям тепла здания Кадыйской средней школы приведены в табл. 1.

Заключение

Закладываемые для всех рассмотренных объектов двухтрубные системы отопления дают возможность поддерживать требуемые параметры внутреннего воздуха с гораздо меньшими расходами тепловой и электрической энергии на нагрев и перекачку теплоносителя, соответственно. Такие системы обладает сравнительно высокой гидравлической и тепловой устойчивостью. Применяемое зонирование систем отопления по фасадам позволяет регулировать теплоотдачу радиаторов с учётом климатических и погодных факторов.

Наиболее популярными энергосберегающими мероприятиями остаются: установка на отопительных приборах автоматических терморегуляторов; теплоизоляция стояков, оборудования тепловых пунктов и наружных тепловых сетей материалами, имеющими низкие показатели теплопроводности и сохраняющими их в течение продолжительного срока.

Для систем приточно-вытяжной вентиляции не предусматривается рекуперации. Проектами не закладываются системы централизованного холодоснабжения для поддержания микроклимата помещений в тёплое время года.

В РФ для объектов, предназначенных для пребывания детей, не применяются системы отопления типа «тёплый пол» — до сих пор используются радиаторы

Основные показатели по потребителям тепла табл. 1

Периоды года при $t_н$, °С	Тип и параметры теплоносителя	Расход тепла, кВт				Установленная мощность электродвигателей, кВт
		отопление	вентиляция	ГВС	общий	
–31 °С (зимний)	Вода 60/45 °С	36,90	141,60	–	178,50	15,35*

* С учётом нагрузки на воздушную тепловую завесу с электрическим источником тепла.

Для объектов, предназначенных для пребывания детей, не применяются системы отопления вида «тёплый пол». Продолжают использоваться местные отопительные приборы (радиаторы), для которых требуется теплоноситель более высокой температуры. Это не позволяет уделять должного внимания утилизации бросового тепла и вовлечению в процесс генерации нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (получивших в настоящее время наибольшее распространение в странах ЕС [11, 12]), а значит — снижает автономность и показатели энергоэффективности социальных объектов.

Проектирование систем отопления зданий скрытого исполнения с использованием труб из полиэтилена или пропилена ещё не стало общепринятой нормой; для одного из объектов предлагается монтаж внутренних инженерных систем из стальных цельнотянутых и сварных водогазопроводных труб, что увеличивает металлоёмкость проекта и завышает сроки исполнения работ. Коллекторные (горизонтальные) схемы системы отопления получили распространение не только в жилищном строительстве, но и в административных зданиях.

1. Мутко: объёмы ввода жилья в РФ в 2019 году будут сопоставимы с 2018 годом. «РИА Недвижимость» от 24.01.2019. Режим доступа: realty.ria.ru. Дата обращ.: 10.03.2019.
2. Алексеенко В.Н., Михеева Ю.Л. Влияние различных систем климатизации на формирование микроклимата реставрируемых объектов культурного наследия в Крыму // Строительство и реконструкция, 2018. №3. С. 52–61.
3. Брызгалин В.В. Тепловой баланс стены тромба в климате центральной России // Жилищное строительство, 2018. №6. С. 15–18.
4. Jie Cai, James E. Braun. A regulation capacity reset strategy for HVAC frequency regulation control. Energy and Buildings. Vol. 185. Pp. 272–286.
5. Maccarini A., Hultmark G., Bergsøe N.C., Afshari A. Free cooling potential of a PCM-based heat exchanger coupled with a novel HVAC system for simultaneous heating and cooling of buildings. Sustainable Cities and Society. Vol. 42. Pp. 384–395.
6. Чичерин С.В., Абдулаев Д.А. Иерархичность построения и другие способы обеспечения надёжности тепловой сети // Вестник СКФУ, 2018. №2. С. 38–46.
7. Неклюдов А.Ю. Развитие современного расчёта потребления энергии на отопление и вентиляцию // Строительство и реконструкция, 2018. №3. С. 75–82.
8. Синицын В.И. Перспективы реконструкции систем отопления и вентиляции в школах Москвы // АВОК, 2018. №5. С. 32–39.
9. Агафонова И.А. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха больничного корпуса // АВОК, 2018. №5. С. 22–31.
10. Шацков А.О., Перерва А.А. Теплопотери помещения, оборудованного низкотемпературным лучистым отоплением // Colloquium-journal (Польша), 2018. №4-1. С. 13–16.
11. Чичерин С.В. Место теплоснабжения в современном городе // Вестник ПНИПУ. Серия: Строительство и архитектура, 2018. Т. 9. №3. С. 79–87.
12. Чичерин С.В., Збараз Л.И. Теплотехническая характеристика квартальной застройки — причина прекратить строительство микрорайонов // Известия КГАСУ, 2019. №1. С. 194–206.

References — see page 94.

На правах рекламы.

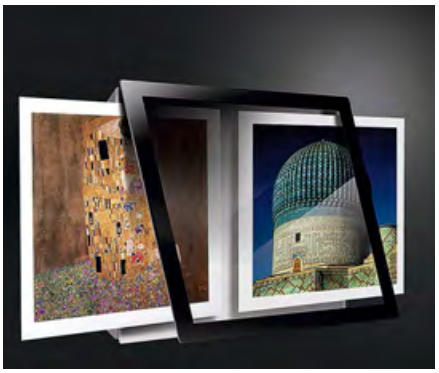
Картинная галерея на стене гостиной

Легендарная модель кондиционера LG ARTCOOL Gallery создаст идеальный комфорт даже самому требовательному клиенту, а её непревзойдённый оригинальный дизайн внесёт дополнительную изысканность в любой интерьер.

Автор: Станислав ЦИРКОВ,
старший менеджер по продажам
отдела кондиционирования LG Electronics

Кондиционер в квартире становится столь же привычным делом, как и повсеместное наличие Wi-Fi-соединения. Климатическая система помогает поддерживать комфортную атмосферу в доме летом, спасая от жары в мегаполисе, а также в межсезонье, когда отопление ещё не запущено или уже отключено. Теперь мы с бóльшим вниманием относимся к внешнему виду аппарата, ведь интерьер комнат продумывается с учётом наличия внешнего блока на стене и проложенных трасс. А это значит, что из климатического устройства кондиционер превращается и в предмет интерьера.

Как решить вопрос чистого воздуха и комфортной температуры, не нарушая эстетического восприятия и сохраняя гармонию? Вспомним легендарную модель LG ARTCOOL Gallery. Этот кондиционер имеет форму картины в раме, причём с возможностью смены изображения. Не первый год он привлекает внимание покупателей, стремящихся совместить удобство и красоту. Изначально на панели внутреннего блока предустановлена репродукция картины Густава Климта «Поцелуй». Это решение дополнительно подчёркивает уникальность тандема дизайнеров и великого австрийского художника.



Самая известная картина Густава Климта «Поцелуй» (1907–1908 гг.) принадлежит к «золотому» периоду творчества художника, когда он много работал с золотым цветом и настоящим листовым сусальным золотом. Мужчина и женщина на цветочном лугу обнялись словно под единым золотым покрывалом. Стоят ли они на краю оврага либо на границе Вселенной, окружённые магией золота, и кто они друг для друга — простор для вашего воображения столь же велик, как и талант художника

Стать соавтором при этом может каждый владелец кондиционера: по настроению или по специальному поводу можно сменить атмосферу комнаты, заменив изображение на поздравительную открытку или даже на семейное фото!

Владелец LG ARTCOOL Gallery может замахнуться и на лавры живописца, поместив под стекло и свою собственную работу — стоит лишь захотеть.

С красотой и удобством мы разобрались. Что же даёт нам форма аппарата, кроме необычного внешнего вида?

Достоинства компрессора Smart Inverter V — тихая работа и способность обеспечить уровень энергосбережения класса A+ — делают LG ARTCOOL Gallery полезным и высокоэффективным бытовым прибором. Инверторная технология Smart Inverter уже давно доказала свою эффективность: помимо существенной экономии энергии потребитель получает увеличенный срок службы кондиционера, а также максимальный комфорт от точного поддержания температуры и низкого уровня шума.

Воздушный поток 3D

Объёмный поток — вот что мы подразумеваем под 3D-распределением воздуха. Как это возможно? Створки расположены на боковых сторонах короба и снизу. Это позволяет направлять поток в стороны и вниз, что означает, что охлаждённый воздух равномерно распределяется по всему помещению, практически исключая наличие «мёртвых зон». А значит, быстрее и эффективнее установится желаемая температура в помещении. Удобно? Безусловно, да.

Эффективный нагрев

«Не летом единым» — так мы назовём этот небольшой раздел о режиме интенсивного нагрева. Кондиционер LG ARTCOOL Gallery способен эффективно нагревать помещение в переходный отопительный период — время года, когда система центрального отопления не работает: как правило, речь идёт о вступающей в свои права весне и середине осени. В большинстве регионов России это октябрь и апрель. Итак, за окном ещё (или уже) межсезонье, а в доме — идеальный климат. Устанавливаем желаемую температуру и наслаждаемся комфортом, достигаемым с невероятной лёгкостью: уже известное нам 3D-распределение воздуха сделает климат в доме идеальным в кратчайшие сроки.

3D-распределение воздушных потоков кондиционером LG Smart Inverter ARTCOOL Gallery

Гарантия LG Electronics

Итак, мы разобрались, что привлекательный внешний вид — не единственное достоинство популярной модели кондиционера. Новые технологии позволяют сэкономить электроэнергию, сохраняют тишину и обеспечивают точное поддержание установленной температуры, сглаживают неприятные ощущения межсезонья и оберегают обладателя кондиционера от аллергенов и пыли в доме за счёт эффективных систем фильтрации.

Инновационный компрессор Smart Inverter V имеет десятилетнюю гарантию производителя

Мы полностью уверены в высочайшем качестве своего оборудования и привыкли доказывать это не только словом, но и делом.

С 1 июня 2015 года все инверторные кондиционеры LG получили дополнительную гарантию на компрессор. Срок гарантии составляет 10 лет.

Особенности построения систем кондиционирования воздуха киносъёмочных павильонов

Благодаря значительной температурной стратификации, характерной для высоких помещений, системы с вытеснением с размещением воздухораздающих устройств в полу применяются в них значительно чаще, чем в помещениях с низким потолком. Однако система с вытеснением остаётся применимой до тех пор, пока отношение суммарной тепловой нагрузки на помещение к количеству тепла, выделяемого только людьми, незначительно превышает единицу. Примером рационального применения систем с вытеснением в высоких помещениях могут служить залы театров.

Организация рационального распределения воздуха, обеспечивающего комфортные условия пребывания людей, в помещениях с высотой, превышающей 4 м, в значительной степени отличается от таковой для помещений высотой до 4 м. При этом и в высоких, и в низких помещениях применяются системы с вытеснением и с перемешиванием воздуха. Благодаря значительной температурной стратификации, характерной для высоких помещений, системы с вытеснением с размещением воздухораздающих устройств (ВРУ) в полу применяются в них значительно чаще, чем в помещениях с низким потолком.

Однако система с вытеснением остаётся применимой до тех пор, пока отношение суммарной тепловой нагрузки на помещение к количеству тепла, выделяемого только людьми, незначительно превышает единицу. Характерным примером рационального применения систем с вытеснением в высоких помещениях могут служить залы театров.

При высоких тепловых нагрузках, когда для снятия теплоизбытков необходимо подавать большое количество воздуха, как для высоких, так и для низких помещений предпочтение приходиться отдавать системам с перемешиванием. В этом случае, в зависимости от назначения помещения, от особенностей его конструктивного исполнения и других факторов, воздухораздающие устройства могут размещаться либо на потолке, либо на стенах. На потолке, как правило, размещаются диффузоры, на стенах — сопла или решётки. Если выбирать между соплами и диффузорами, то предпочтение следует отдавать потолочным диффузорам, поскольку они более равномерно распределяют воздух в помещении. Однако, если обратиться к каталогам производителей, то в них не рекомендуется применять потолочные диффузоры (вихревые, веерные и др.), если высота их установки превышает 4 м [1]. Что касается сопел, то на них ограничение не распространяется.

Обратимся теперь к предмету анализа, а именно — к павильонам киносъёмки.

При высоких тепловых нагрузках, когда для снятия теплоизбытков необходимо подавать большое количество воздуха, как для высоких, так и для низких помещений предпочтение приходиться отдавать системам с перемешиванием

Автор: А.А. БОРОДКИН, к.т.н.,
технический директор компании
ООО «Инженерное бюро ВИНДЭКО»

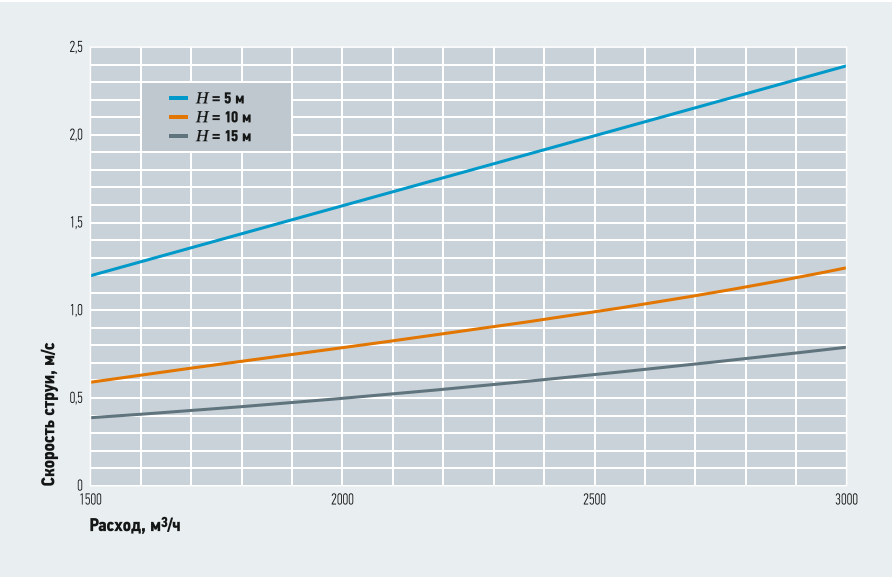


Рис. 1. Зависимость скорости струи воздуха в рабочей зоне от расхода воздуха

Их высота значительно превышает 3,5 м. Плотность теплового потока в них может доходить до 400 Вт/м², причём основные источники тепла (софиты) расположены в зоне нахождения людей. Технология проведения киносъёмок предполагает размещение ВРУ только на потолке.

Какие же виды потолочных диффузоров целесообразно применять в павильонах киносъёмки? Практически единственный тип потолочного диффузора, который рационально использовать в этих помещениях, — это диффузор с регулируемым углом атаки.

Подобные устройства позволяют:

- раздавать большое количество воздуха (до 3000 м³/ч на диффузор);
- изменять форму струи и благодаря этому добиваться комфортных условий нахождения людей в рабочей зоне (РЗ);
- реализовывать как кондиционирование, так и воздушное отопление рассматриваемого помещения.

Подобные устройства имеют в своей программе все европейские производители. Однако преобладающему большинству подобных диффузоров присущ существенный недостаток — при изменении угла атаки при неизменном расходе воздуха в несколько раз изменяется сопротивление диффузора. Это обстоятельство существенно усложняет процедуру обеспечения требуемой подвижности воздуха в рабочей зоне. В процессе балансировки при произвольном положении лопаток диффузора добиваются проектного расхода на диффузоре. Однако в результате измерения скорости воздуха в РЗ оказывается, что она превышает допустимое значение. Для её снижения необходимо изменить угол атаки лопаток диффузора, что будет сопровождаться изменением сопротивление диффузора и, как следствие, изменением расхода воздуха. С учётом вышеназванного факта процедура балансировки будет требовать значительных затрат времени. Идеальным выходом из этой ситуации является диффузор, у которого сопротивление зависело бы только от расхода и не зависело от угла атаки лопаток. И такой диффузор существует. Самый большой диффузор из линейки имеет габаритный диаметр 800 мм, а диаметр его присоединительного патрубка равен 500 мм.

Одним из основных параметров подобных диффузоров является зависимость глубины проникновения струи от расхода для различных значений перегрева/переохлаждения приточного воздуха. Максимальная глубина проникновения достигается при 90° угле атаки диффузора. В этом случае формируется компактная струя, направленная непосредственно в рабочую зону. При этом предполагается, что процесс в РЗ изотермический.

На рис. 1 представлен график зависимости скорости струи воздуха в рабочей зоне в зависимости от расхода воздуха при разном расстоянии от диффузора до рабочей зоны. При расстоянии от диффузора до РЗ, равном 15 м (высота установки диффузора — 16,8 м), для расхода, равного 1900 м³/ч, ожидаемая подвижность воздуха для компактной струи близка к 0,5 м/с. Понятно, что при подаче переохлаждённого воздуха следует ожидать увеличения скорости воздуха в РЗ. Для того, чтобы добиться требуемой скорости воздуха в рабочей зоне, достаточно уменьшить угол атаки диффузора, следствием чего будет расширение угла раскрытия струи.

Другим важным параметром диффузора является величина уровня шума, им генерируемого. В том случае, когда принимается решение записывать звук непосредственно в павильоне, важность этого параметра сложно недооценить. В случае записи звука в павильоне уровень звукового давления ограничивается величиной NR20.

Другим параметром диффузора, без которого не представляется возможным построить аэродинамическую сеть воздуховодов, является величина падения давления на диффузоре в зависимости от расхода воздуха. Информация о величине сопротивления диффузора становится критически важной, если предпринимается попытка отказаться от балансировочных клапанов. В этом случае магистральные воздуховоды должны обладать свойством воздуховода постоянной раздачи. А без информации о сопротивлении диффузора невозможно правильно рассчитать его сечение.

На рис. 2 представлены графики зависимостей уровня звукового давления и сопротивления диффузора 800 размера для разных величин расхода воздуха.

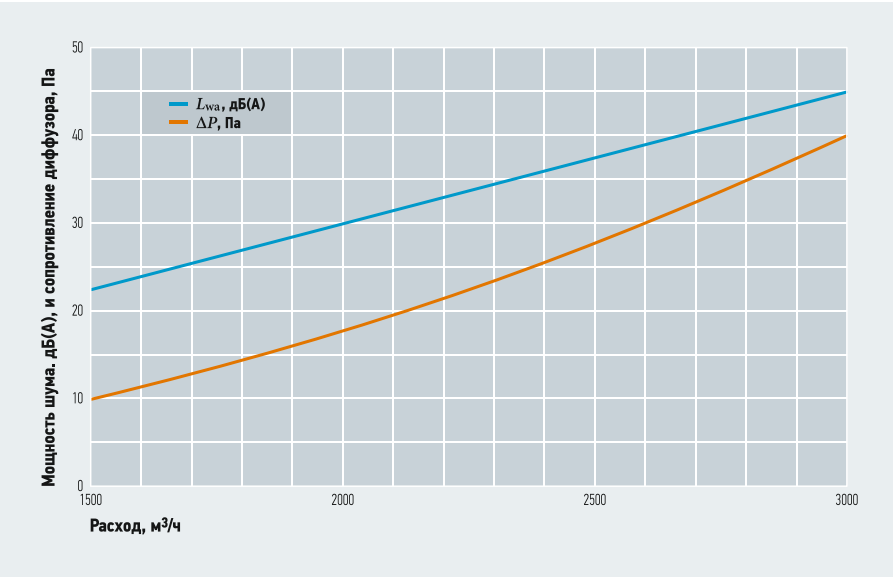


Рис. 2. Зависимости уровня звукового давления и сопротивления диффузора 800 размера для разных величин расхода воздуха

Рассмотрим характеристики реального киносъёмочного павильона. Габаритные размеры павильона: 58×42 м, высота 16 м. Одновременно в павильоне могут находиться до 320 человек. Количество тепла, выделяемого только осветительными приборами, достигает величины 900 кВт.

Как уже указывалось выше, для высоких помещений характерна значительная температурная стратификация. Это значит, что температура приточного воздуха может сильно отличаться от температуры воздуха в рабочей зоне. Если принять температуру вытяжного воздуха равной 28,5 °С, то при температуре приточного воздуха, равной 15 °С, для ассимиляции 900 кВт тепла необходимо подавать 204 тыс. м³/ч воздуха. Располагая информацией о величине суммарного расхода воздуха, подлежащего раздаче в помещении, зная акустические характеристики диффузора и допустимый уровень звукового давления, можно сделать предварительную оценку требуемого количества диффузоров. Для того, чтобы оценка была корректной, необходимо располагать информацией о уровне шумоподавления павильона. Для павильона объёмом 39 тыс. м³ эквивалентную площадь звукопоглощения (в единицах Сэбина — см. врезку) можно оценить в 200 м². При размещении диффузоров на потолке расстояние до расчётной точки будет равно 14,2 м. В этом случае величина шумоподавления павильона составит 22 дБ(А).

Оптимальным является диаметр воздуховода, при котором отклонение максимального и минимального расходов воздуха от среднего на единичном диффузоре не превысит ± 10 %

В табл. 1 представлена оценка зависимости величины уровня звукового давления в павильоне (столбец 5) и количества диффузоров (столбец 3) в зависимости от расхода воздуха, приходящегося на единичный диффузор. Из сопоставления расчётного значения величины NR и допустимого значения NR20 следует вывод, что для раздачи воздуха необходимо не менее 100 штук диффузоров.

Целесообразно размещать приточные установки вдоль длинной стороны павильона. Если использовать шесть приточных установок, то одна приточная установка будет подавать в павильон 34 тыс. м³/ч воздуха через 18 диффузоров. Предлагаемая схема позволяет равномерно разместить диффузоры в проекции потолка. Суммарное количество диффузоров равно 108 штук. Расстояние между магистральными воздуховодами — 9,6 м, расстояние между диффузорами — 2,2 м. Соответствующее значение уровня звукового давления составляет NR22, что незначительно превышает заданное в техническом задании значение.

Оптимизировать капитальные затраты на систему кондиционирования воздуха можно, если отказаться от балансировочных клапанов. В этом случае необходимо, чтобы магистральные воздуховоды представляли собой камеры статического давления. Оптимальным можно признать такой диаметр воздуховода, при котором отклонение максимального и минимального расходов воздуха от среднего на единичном диффузоре не превысит ± 10 %. Данная величина (10 %) является приемлемой точностью балансировки. Величина среднего расхода на единичный диффузор равна 1889 м³/ч. Существует два варианта изменения сечения магистрального воздуховода по его длине: постоянное либо переменное сечение. Если магистральный воздуховод прокладывается открыто, и если не принимать во внимание экономию металла на изготовление, то воздуховод постоянного сечения имеет приоритет. Располагая зависимостью сопротивления диффузора от расхода (рис. 2) и используя формулы для расчёта сопротивления тройника на отвод и проход [2], была разработана программа, позволяющая рассчитывать изменения расходов воздуха в диффузорах, присоединённых к магистральному воздуховоду.

Результаты оценки различных величин* табл. 1

V, м³/ч	L_{wa}, дБ(А)	N, шт.	L_{wa}, дБ(А)	L_{pa}, дБ(А)	NR
1	2	3	4	5	6
1500	22,5	136	44	22	17
2000	30	102	50	28	23
2500	37,5	82	57	35	30
3000	45	68	63	41	36

* Уровня звукового давления в павильоне (столбец 5) и количества диффузоров (столбец 3) в зависимости от расхода воздуха, приходящегося на единичный диффузор.

Значения коррекции шума табл. 2

Частота, Гц	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**
Уровень коррекции, дБ(А)	3	2,5	0,3	–0,3	–6,2	–13,4	–15,5	–14,8

Что такое «единица Сэбина»?

«Сэбин» (the Sabin unit) — единица поглощения звука (эквивалентная площадь звукопоглощения A), рассчитываемая как в британских, так и в метрических единицах. Например, один квадратный метр 100 %-но поглощающего материала равен одной метрической единице Сэбина. Данная физическая величина названа в честь Уоллеса Клемента Сэбина (Wallace Clement Sabine, 1868–1919), американского физика, основателя архитектурной акустики. В общем виде эквивалентная площадь звукопоглощения в метрических сэбинах рассчитывается по простой формуле $A = \Sigma(S_i\alpha_i) = \alpha_{ср}S$, где α_i — коэффициент звукопоглощения i-й ограждающей поверхности помещения и отдельных поверхностей помещения (строительных конструкций и облицовок) площадью S_i, м²; $\alpha_{ср}$ — средний коэффициент звукопоглощения помещения; S — суммарная площадь ограждающих поверхностей помещения, м². Сэбины используются для расчёта времени реверберации концертных залов, лекционных залов и студий звукозаписи.

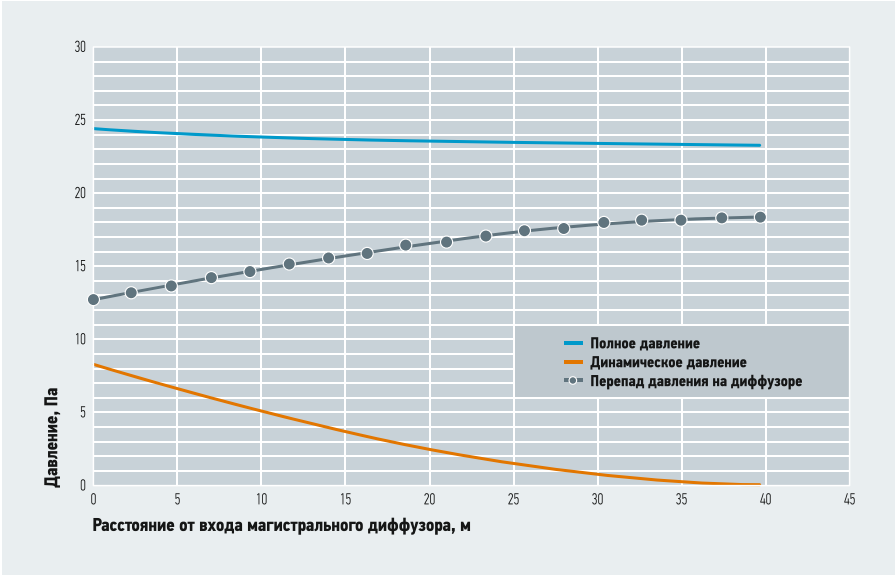


Рис. 3. Изменения полного и статического давления в воздуховоде по его длине

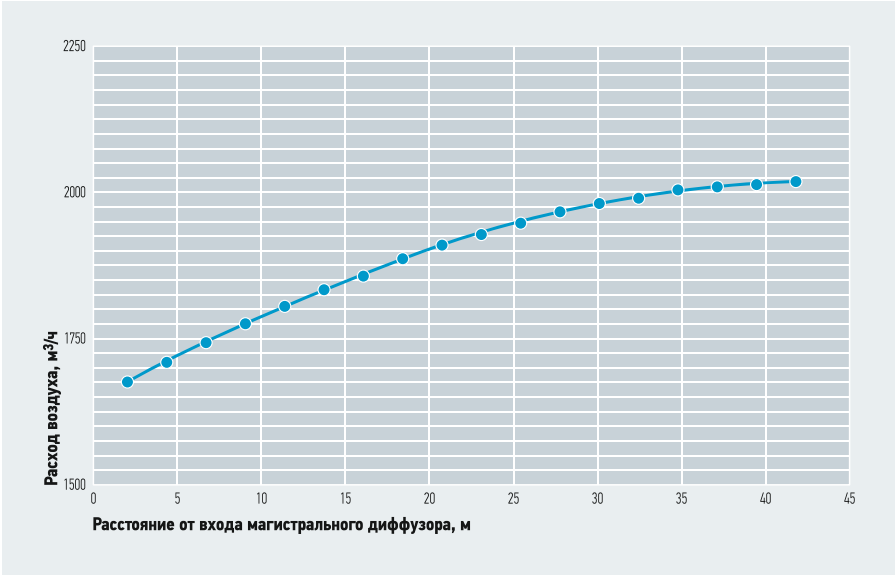


Рис. 4. Расчётные значения расхода воздуха

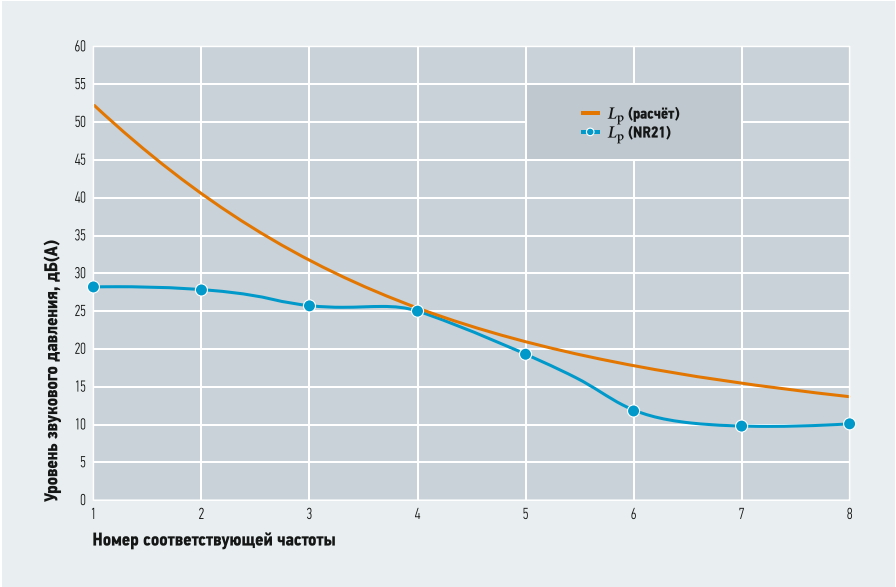


Рис. 5. Результаты сравнения спектральных уровней звукового давления для NR21 и от функционирования диффузоров

Подробный алгоритм расчёта представлен в [3]. Перебирая в расчётах диаметры магистрального воздуховода, приемлемого максимального отклонения, равного 13 %, удалось добиться при диаметре воздуховода 1,8 м. Дальнейшее увеличение диаметра воздуховода не представляется возможным из-за ограничений, накладываемых конструкцией павильона.

На рис. 3 представлены графики изменения полного и статического давления в воздуховоде по его длине. Также на этом рисунке приведён график изменения падения давления на всех 18 диффузорах. Соответствующие значения расходов воздуха на каждом отдельно взятом диффузоре представлены на рис. 4.

Для известных значений расхода воздуха для каждого диффузора с помощью рис. 2 были определены величины уровня мощности шума. Используя методику расчёта уровня звукового давления для количества источников шума, большего одного [4], были определены расстояния от каждого диффузора до расчётной точки. Предоставленная производителем корреляционная таблица (табл. 2) позволила перевести (с учётом фильтра А) уровни мощности шума, генерируемого диффузорами, в спектральный уровень мощности шума.

Табл. 2 позволяет выполнить расчёты спектральных уровней звукового давления для расчётной точки в РЗ павильона и определить величину NR, которая оказалась равной NR21. Соответствующее значение уровня звукового давления (с учётом фильтра А) равно 25 дБ(А). На рис. 5 представлены результаты сравнения спектральных уровней звукового давления для NR21 и спектрального уровня звукового давления в павильоне при работе диффузоров. Цифрам от одного до восьми соответствуют характерные значения полосы частот от 63 до 8000 Гц.

Итак, можно сделать вывод, что регулируемые диффузоры делают возможным создание систем кондиционирования воздуха высоких помещений с высокими тепловыми нагрузками и жёсткими акустическими требованиями.

1. Вихревые диффузоры типа VDW для помещения высотой 2,6–4,0 м [Электр. ресурс]. Каталог TROX Technik. Режим доступа: trox.ru. Дата обращ.: 15.05.2019.
2. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Под ред. М.О. Штейнберга. Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1992. 672 с.
3. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции. Учеб. пос. для вузов. — М.: Стройиздат, 1979. 295 с.
4. Юдин Е.Я., Никольский В.Н., Рассадина И.Д., Осипов Г.Л., Борисов Л.А., Лесков Э.А., Погодин А.С., Сухов В.Н., Терехин А.С., Титова Н.Б. Справочник проектировщика. Защита от шума / Под ред. Е.Я. Юдина; науч. ред. С.Д. Ковригин. — М.: Стройиздат, 1974. 134 с.

Ещё раз о воздушном режиме. Аэродинамика естественных воздушных потоков в здании

В статьях [1, 2] основное внимание уделялось исследованию воздушного режима зданий при динамическом изменении внешних метеорологических условий. При этом были отмечены некоторые интересные факторы, влияющие на воздушный режим и ранее практически не отмеченные в отечественной технической и нормативной литературе. В данной работе делается попытка в элементарной трактовке систематизировано изложить основные моменты аэродинамики естественных потоков воздуха в здании, которыми, как правило, ранее пренебрегали.

Автор: А.Г. АНИЧХИН, к.т.н., член бюро секции «Теплоснабжение, отопление, вентиляция» РНТО строителей

Рассмотрим рис. 1, на котором представлены некоторые особенности формирования внутреннего давления воздуха внутри здания. За исходный момент принимаем, что температура воздуха в здании равна температуре наружного воздуха, давление по высоте здания определяется плотностью воздуха (изоденситами-бар), здание герметично (не сообщается с атмосферой). В этом случае эпюры давления (изоденситы-бары) совпадают и исходят из одной точки. На рис. 1 это условно показано параллельными синей и зелёной линиями. Зелёными точками обозначены средние давления по высоте здания. В действительности температура воздуха в здании поддерживается отличной от температуры наружного воздуха.

В связи с этим средние давления внутри и снаружи здания по высоте различаются. Связь этих давлений определяется зависимостью:

$$P_{\text{ср.в}} = P_{\text{ср.н}} \frac{T_{\text{в}}}{T_{\text{н}}},$$

где P — давление; T — абсолютная температура; индексы: «ср» — среднее, «в» — внутри здания, «н» — вне здания (наружное), «0» — на отметке кровли здания.

На рис. 1 изображён случай, когда $T_{\text{в}} > T_{\text{н}}$ (зима). Красная точка — это среднее давление по высоте здания при $T_{\text{ср.в}}$, определённое по вышеприведённой зависимости. Жёлтая линия, проведённая через красную точку — это изоденситабар, характеризующая давление внутри здания по высоте, которое математически описывается зависимостью (без учёта аэродинамических потерь давления на циркуляцию внутреннего воздуха):

$$P_{\text{в}Y} = \left(P_0 + 0{,}5H\gamma_{\text{н}}\right)\frac{T_{\text{в}}}{T_{\text{н}}} + \left(Y - 0{,}5H\right)\gamma_{\text{в}}.$$

Рассмотрим особенности формирования внутреннего давления воздуха внутри здания. Температура воздуха в здании поддерживается отличной от температуры наружного воздуха. В связи с этим средние давления внутри и снаружи здания по высоте различаются

Аналогичная зависимость изоденситы-бар для наружного воздуха записывается следующим образом:

$$P_{\text{н}Y} = (P_0 + 0{,}5H\gamma_{\text{н}}) + (Y - 0{,}5H)\gamma_{\text{н}}.$$

Эти эпюры давлений изображаются так, как это представлено на рис. 1. На некоторой высоте здания (YN) эпюры пересекаются. Точка пересечения отмечена треугольником — на данной высоте здания внутреннее давление совпадает с наружным. Координаты этой точки:

$$YH = \left(P_0 + 0{,}5H\right)\frac{T_{\text{в}}}{T_{\text{н}}} + 0{,}5H =$$

$$= P_0\frac{T_{\text{в}}}{T_{\text{н}}} + 0{,}5H\left(\frac{T_{\text{в}}}{T_{\text{н}}} + 1\right).$$

Горизонтальная линия, проведённая через треугольник, есть не что иное, как «гравитационная» нейтральная линия. Она делит здание по высоте на зоны пониженного и повышенного давления из условий гравитации и обусловлена объективными законами: давлением воздуха вне здания, высотой здания и соотношением температур наружного и внутреннего воздуха. Последнее колеблется в пределах 0,9–1,25. На атмосферное давление P_0 серьёзное влияние оказывает ветровая нагрузка. Высота здания обусловливается замыслами и профессиональностью авторов проекта.

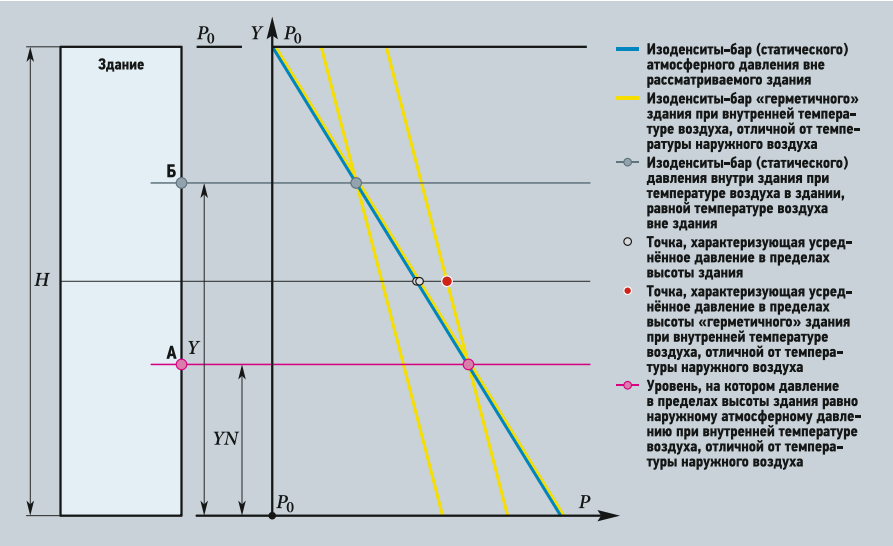


Рис. 1. Динамика изменения давления внутри герметичнго здания при изменении внутренней температуры и при разгерметизации

Из изложенного выше следует, что внутреннее давление в здании непостоянно, изменяется в значительных пределах, а расположение нейтральной точки — «гравитационной» нейтральной линии — определяет зоны повышенного и пониженного давления в здании.

Соединим здание с атмосферой (разгерметизируем), например, отверстием А в стенке (рис. 1) на отметке *YN*. В этой точке давления внутри и вне здания должны совпадать, несмотря на различие температур. Поскольку в здании больше нет факторов, влияющих на давление, то оно должно корректироваться внутренним давлением, что отражено изоденситой-бар, отмеченной жёлтой линией. Это эпюра, характеризующая требуемое изменение давления по высоте здания. Она определяет полное и статическое давление в здании.

Если же мы соединим здание с атмосферой ещё одним отверстием (точка Б) и осуществим аналогичные построения, то на уровне этой точки возникает новая изоденсита-бар, обусловливающая в данном случае в здании ещё одно полное и статическое давление.

Таким образом, в здании возникают зоны с различным давлением, что предопределяет возникновение подвижности воздуха внутри здания. В этом случае нанесённые треугольники следует рассматривать как точки статического давления.

Соединим треугольники и получим эпюру, характеризующую статическое давление в здании, обусловленное внешними условиями.

Изоденситы-бар, соответствующие местам соединения здания с атмосферой, следует рассматривать как эпюры полного давления, обусловленные связью объёма здания с внешней средой. Взаимное расположение эпюр полного давления и статического даёт основания считать, что в объёме здания происходит перемещение внутреннего воздуха. Последовательность расположения давлений: полное — статическое обусловливает разрежение, а статическое и полное — нагнетание. За счёт этого в здании, в зоне между отверстиями, происходит циркуляция воздуха, определяющая общее внутреннее давление в разгерметизированном (только с одной стороны) здании.

Принимаем, что характер изменения по вертикали внутреннего давления обусловливается плотностью внутреннего воздуха, а среднее давление по высоте здания определено изоденситами-бар нижнего и верхнего отверстий, а также количеством воздуха, проходящих через них.

Заметим, что потенциально отверстия А и Б могут располагаться на любом расстоянии друг от друга: на большом или малом. В последнем случае два отверстия в пределе превращаются в одно, и всё, что сказано для двух отверстий, можно отнести к одному отверстию, разделённому горизонтальной нейтральной линией на два. Данное обстоятельство особенно важно учитывать, например, при устройстве в стенах вентиляционных клапанов, проёмов и фрамуг. Наличие в ограждении здания любого отверстия или канала в естественных условиях обусловливает одновременное перетекание воздуха как в здание, так и из здания, то есть воздухообмен (приток и вытяжку) между внутренним объёмом здания и атмосферой. Всё определяется соотношением давлений воздуха в здании и снаружи.

Определение общего внутреннего давления проиллюстрируем на рис. 2, сохранив все принятые ранее обозначения.

Эпюра общего внутреннего давления на графике, очевидно, расположится параллельно между изоденситами-бар верхнего и нижнего отверстий, примерно так, как это условно показано на графике сдвоенной жёлтой линией. Наклон линии обусловлен плотностью внутреннего воздуха и аэродинамическими потерями циркулирующего внутреннего воздуха, однако у нас нет привязки к объективному значению давления, определяющего фактическое давление в здании.

Примем за точку привязки точку пересечения условно нанесённой линии общего внутреннего давления с эпюрой наружного давления (синяя линия) или, что тоже самое, с эпюрой статического давления внутри здания (белая линия) — кружок с ординатой $h_н$.

На этом уровне давление в здании равно атмосферному и вычисляется:

$$P_{h_н} = P_0 + (H - h_н)\gamma_н;$$

$$P_{нY} = P_0 + (H - Y)\gamma_н,$$

а общее внутреннее давление будет рассчитываться по выражению:

$$P_{вY} = P_0 + (H - h_н)\gamma_н + (h_н - Y)\gamma_в.$$

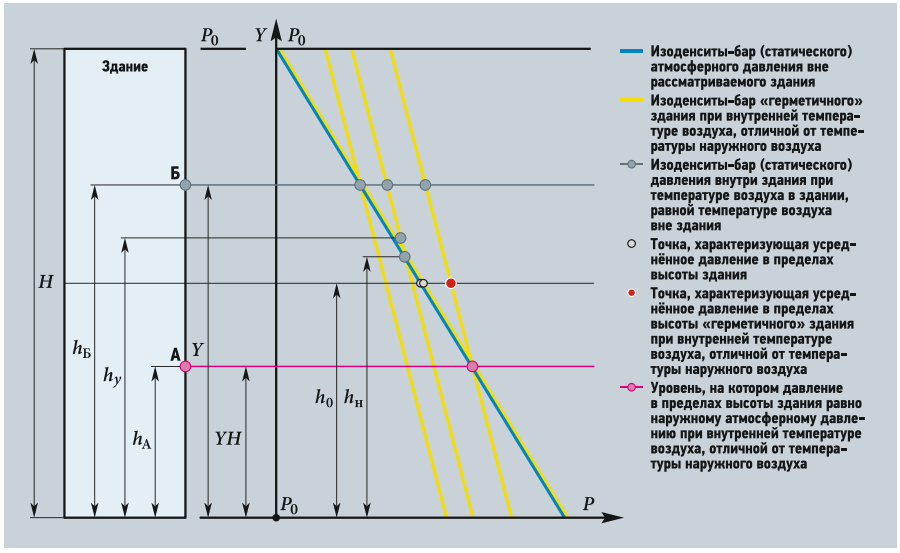


Рис. 2. Общее внутреннее давление в здании при его разгерметизации

Разность давлений воздуха (внутри и вне здания) между отверстиями на любой высоте описывается формулой:

$$\Delta P_Y = P_{вY} - P_{нY} = (Y - h_н)(\gamma_н - \gamma_в).$$

Из данного выражения следует, что рассматриваемое здание по высоте делится ординатой $h_н$ на части с давлением выше и ниже атмосферного. Это определяет то, что в первом случае через отверстия в ограждениях внутренний воздух будет выходить наружу, а во втором случае в здание через отверстия будет поступать наружный воздух. Величина ординаты $h_н$ обусловлена равенством входящих и выходящих в здание объёмов воздуха.

Допустим, что отверстия в точке А имеют суммарную площадь $F_А$, а в точке Б — $F_Б$. Через данные отверстия, соответственно, циркулирует воздух:

- через отверстие Б из здания выходит:

$$V_Б = \mu_Б F_Б \rho_в^{\frac{1}{n}} \sqrt[n]{2\Delta P_{YБ}};$$

- через отверстие А в здание входит:

$$V_А = \mu_А F_А \rho_н^{\frac{1}{n}} \sqrt[n]{2\Delta P_{YА}}.$$

Равенство количеств воздуха, покидающего здание и поступающего в него, физически обеспечивается при равенстве $F_Б$ и $F_А$ и подкоренных выражений. Но первое условие определяется конструктивными особенностями ограждений здания и может быть любым, второе — установившимся давлением в здании.

При установившемся состоянии объём воздуха в здании должен быть неизменным, поэтому $V_Б = V_А$. Это возможно при:

$$h_н = \frac{h_А + \varphi^n h_Б}{1 + \varphi^n} = h_Б - \frac{\Delta h_{отв}}{1 + \varphi^n},$$

где $\varphi = \dfrac{\mu_Б F_Б \rho_в^{\frac{1}{n}}}{\mu_А F_А \rho_н^{\frac{1}{n}}}$, $\Delta h_{отв} = h_Б - h_А$.

Общая зависимость внутреннего давления в здании с учётом выше установленных связей примет вид:

$$P_{вY} = P_0 + \left(H - \frac{h_А + \varphi^n h_Б}{1 + \varphi^n}\right)\gamma_н + \left(\frac{h_А + \varphi^n h_Б}{1 + \varphi^n} - Y\right)\gamma_в,$$

а разность внутреннего давления в здании и атмосферного представится как:

$$\Delta P_Y = P_{вY} - P_{нY} = \left(Y - \frac{h_А + \varphi^n h_Б}{1 + \varphi^n}\right)(\gamma_н - \gamma_в).$$

Отметим некоторые особенности вышеприведённых выкладок:

1. Известно, в наружных ограждениях возможны по меньшей мере отверстия (каналы) с тремя аэродинамическими характерами течения воздуха. Объём воздуха, проходящий через ограждение по этим каналам, характеризуется для каждого типа аналогичными уравнениями.

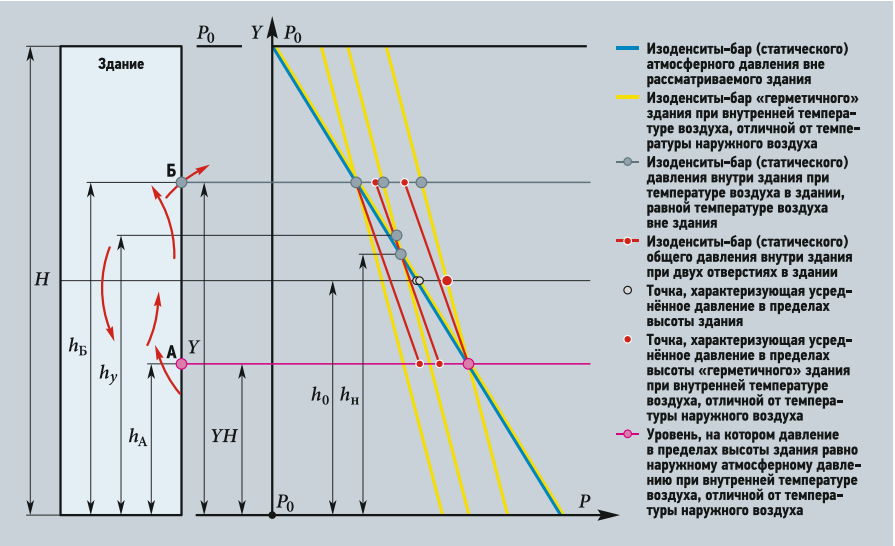


Рис. 3. Влияние аэродинамических потерь перемещающегося воздуха на общее внутренее давление в здании

Поэтому необходимо найти для всех типов каналов общее среднее значение внутреннего давления $P_{вY}$. При современной вычислительной технике это не представляет затруднений, но отсюда следует жёсткое требование: внутреннее давление в здании необходимо определять из совместного рассмотрения объёмных расходов воздуха через все разновидности каналов в ограждении зоны отверстий здания — при условии одновременного равенства их суммы нулю. Сейчас величиной внутреннего давления пренебрегают, а расходы воздуха через ограждения определяют по гравитационному давлению. Это физически неверно, но даёт возможность пользоваться элементарными арифметическими действиями.

Движение воздуха внутри здания, как в канале, происходит с потерями энергии (давления) на преодоление местных и линейных сопротивлений, что сказывается на величине среднего внутреннего давления

2. Вышеприведённые зависимости установлены для сосредоточенного размещения отверстий в ограждении. При других вариантах расположения отверстий (равномерно по высоте и т.п.) функциональные зависимости будут иметь другой вид.

3. Принятая исходная зависимость для внутреннего давления в здании не учитывает аэродинамические потери давления, связанные с вынужденной циркуляцией внутреннего воздуха. Движение воздуха внутри здания, как в канале (воздуховоде), происходит с потерями энергии (давления) на преодоление местных и линейных сопротивлений, что сказывается на величине среднего внутреннего давления. Это видно из рис. 3, на котором сохранены построения рис. 2 и нанесены эпюры изменения давлений в «канале» зоны здания с отверстиями, с учётом потерь на трение и местные сопротивления. Они показаны для соответствующих отверстий одинарными линиями красного цвета. Аэродинамические потери (затраты энергии) циркулирующих воздушных потоков влияют на величину общего внутреннего давления в здании (показано двойной линией красного цвета).

Все построения выполнены только для зоны здания между отверстий и в предположении, что сопротивления для ниспадающего и восходящего воздушных потоков определяются по общеизвестным зависимостям, где в качестве коэффициентов местного сопротивления используется удельный по высоте зоны коэффициент местного сопротивления:

$$\xi_1 = \frac{\Sigma\zeta}{h_Б - h_А}.$$

С учётом этого:

$$\Delta P_\pm = \left(\frac{\lambda}{d} + \zeta_{1\pm}\right)(Y - h_А)0{,}5\rho_в W_{y\pm}^2,$$

где $W_{y\pm}$ — скорости ниспадающих (–) и восходящих (+) воздушных потоков.

Суммарные аэродинамические потери циркулирующего внутреннего воздуха:

$$\Sigma(\Delta P_\pm) = \left(\frac{\lambda}{d} + \zeta_{1-}\right)(h_Б - Y)0{,}5\rho_в W_{y-}^2 + \left(\frac{\lambda}{d} + \zeta_{1+}\right)(Y - h_А)0{,}5\rho_в W_{y+}^2.$$

Как следует из рис. 3, аэродинамические потери изменяют общее внутреннее давление в здании, а это, в свою очередь, обусловливает коррекцию воздухообмена здания с внешней средой.

Так, для случая, изображённого на графике, разность между внутренним и наружным давлениями в зоне здания с от-

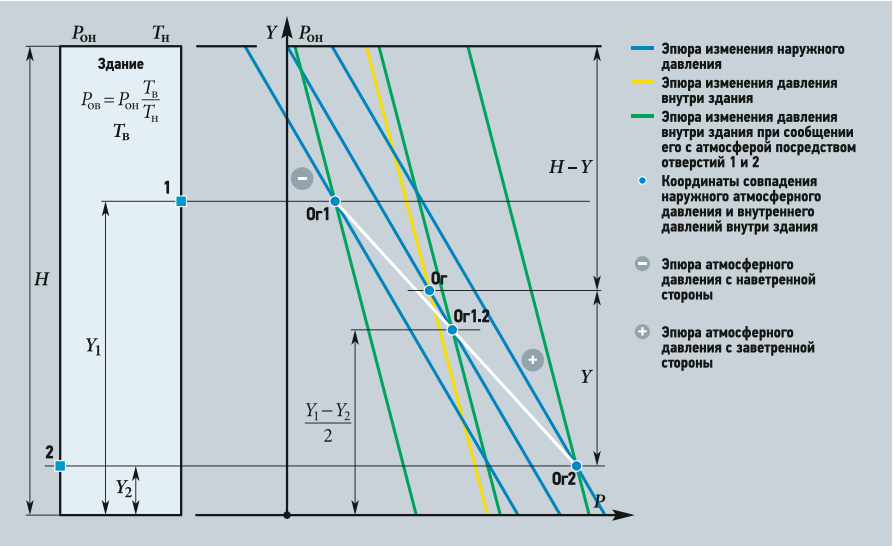


Рис. 4. Эпюры давлений внутри здания при одновременном воздействии ветра на два противоположных ограждения здания

верстиями уменьшается, что ведёт к сокращению инфильтрующегося воздуха:

$$\Delta\bar{P}_{\text{УБА}} = \bar{P}_{\text{в}Y} - \bar{P}_{\text{н}Y},$$

здесь $\bar{P}_{\text{в}Y} = \bar{P}_{\text{вА}} + k(Y - h_{\text{А}})$, где

$$k = \frac{\bar{P}_{\text{вБ}} - \bar{P}_{\text{вА}}}{h_{\text{Б}} - h_{\text{А}}},$$

$$P_{\text{н}Y} = P_0 + (H - h_{\text{н}})\gamma_{\text{н}} - (Y - h_{\text{н}})\gamma_{\text{н}},$$
$$\bar{P}_{\text{вА}} = P_0 + (H - h_{\text{н}})\gamma_{\text{н}} + (h_{\text{н}} - h_{\text{А}})\gamma_{\text{в}} + 0{,}5\Delta\bar{P}_{\text{вБ}},$$
$$\bar{P}_{\text{вБ}} = P_0 + (H - h_{\text{н}})\gamma_{\text{н}} - (h_{\text{Б}} - h_{\text{н}})\gamma_{\text{в}} + 0{,}5\Delta\bar{P}_{\text{вА}},$$

где $\Delta\bar{P}_{\text{вБ}}$ и $\Delta\bar{P}_{\text{вА}}$ — это ΔP_- и ΔP_+.

Как следует из данных зависимостей (и это показано на рис. 4), аэродинамические потери циркулирующего внутреннего воздуха «поворачивают» эпюру внутреннего давления против часовой стрелки, что содействует сокращению воздушной инфильтрации здания.

Таким образом, можно утверждать, с инфильтрацией возможно бороться не только совершенствованием конструкции наружных ограждений, но и созданием соответствующих аэродинамических условий циркуляции внутреннего воздуха. К ним следует отнести различного рода преграды на пути движения воздуха, удаление из отапливаемой части здания лестничных клеток и лифтовых шахт, мусоропроводов и т.п.

Представляют интерес аэродинамические особенности движения воздуха внутри здания, если оно подвержено воздействию нескольких атмосферных давлений, как это имеет место, например, при ветре, воздействующем на противоположные ограждения здания.

В специальной литературе имеются предложения по учёту ветрового воздействия на воздушную среду здания от нескольких различных давлений наружного воздуха. Здесь мы попытаемся проанализировать влияние воздействие двух разных давлений на внутренний воздушный режим здания, то есть ветрового давления на противоположные ограждения здания (аэродинамическими потерями давления циркулирующим внутренним воздухом пренебрегаем).

Пусть здание (рис. 4) находится под ветровым воздействием, и в его ограждениях, соответственно, с наветренной и заветренной сторонах расположены дискретные отверстия 1 и 2. Эпюры давлений рассматриваются в пределах объёма здания, расположенного между отверстиями. Площади отверстий f_{1i} и f_{2i}.

Линия $O_{г1}$–$O_{г2}$ (белая) — линия статического давления внутри здания, обусловленная особенностями связи объёма здания с атмосферой. Синим цветом помечены зависимости атмосферного давления: «–» указывает, что это с заветренной стороны здания, а «+» — с наветренной стороны. Между этими линиями также расположена линия, отражающая абсолютное атмосферное давление. Зелёная линия, проходящая через точку $O_{г12}$, — линия гравитационного внутреннего давления.

Анализируя эти линии, нетрудно сделать вывод, что в случае, изображённом на рис. 3, наружный воздух через отверстие 2 входит в здание, а через отверстие 1 — выходит из здания. То есть наблюдается протечка воздуха через здание. В рассматриваемом случае движение внутреннего воздуха в здании будет происходить от отверстия 2 к отверстию 1.

Установившийся режим будет наблюдаться, когда массовые суммарные расходы воздуха через все типы отверстий 1 и 2 сравняются, то есть:

$$M_1 = M_2 \text{ или}$$
$$\mu_1 f_1 \rho_{\text{в}} \sqrt[n]{\frac{2}{\rho_{\text{в}}}\left[P_{\text{в}1} - \left(P_{\text{н}1} + c_{\text{з}}\Delta P_{\text{в}}\right)\right]} =$$
$$= \mu_2 f_2 \rho_{\text{н}} \sqrt[n]{\frac{2}{\rho_{\text{н}}}\left[\left(P_{\text{н}2} + c_{\text{н}}\Delta P_{\text{в}}\right) - P_{\text{в}2}\right]},$$

где $\Delta P_{\text{в}}$, $c_{\text{з}}$ и $c_{\text{н}}$ — динамическое давление ветра и коэффициенты преобразования динамического давления ветра в давления на ограждения (считаем положительными), соответственно.

Решая данное уравнение относительно $P_{\text{в}1}$ и принимая во внимание, что

$P_{\text{в}2} = P_{\text{в}1} + (Y_1 - Y_2)\gamma_{\text{в}}$,
а $P_{\text{н}2} = P_{\text{н}1} + (Y_1 - Y_2)\gamma_{\text{н}} =$
$= P_{\text{он}} + (H - Y_2)\gamma_{\text{н}}$, получаем:

$$P_{\text{в}1} = \frac{(1+\Psi)P_{\text{н}1} + \Delta P_{\text{в}}(\Psi c_{\text{з}} + c_{\text{н}}) + (Y_1 - Y_2)(\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}})}{1+\Psi}$$

$$\text{или } P_{\text{в}1} = \frac{(1+\Psi)\left[P_{\text{он}} + (H - Y_1)\gamma_{\text{н}}\right]}{1+\Psi} +$$
$$+ \frac{\Delta P_{\text{в}}(\Psi c_{\text{з}} + c_{\text{н}}) + (Y_1 - Y_2)(\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}})}{1+\Psi},$$

где $\Psi = \left(\frac{f_1\mu_1}{f_2\mu_2}\right)^n \left(\frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{н}}}\right)^{1-n}$.

Перепад давлений, обусловливающий инфильтрацию наружного воздуха, на данном уровне определяется уравнением:

$$\Delta P_1 = \frac{c_{\text{н}} - c_{\text{з}}}{1+\Psi}\Delta P_{\text{в}} + \frac{\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}}{1+\Psi}(Y_1 - Y_2).$$

Аналогичные зависимости для уровня 2 имеют вид:

$$P_{\text{в}1} = \frac{(1+\Psi)P_{\text{н}2} + \Delta P_{\text{в}}(\Psi c_{\text{з}} + c_{\text{н}})}{1+\Psi} -$$
$$- \frac{\Psi(Y_1 - Y_2)(\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}})}{1+\Psi},$$
$$\Delta P_2 = \Psi\left[\frac{c_{\text{н}} - c_{\text{з}}}{1+\Psi}\Delta P_{\text{в}} + \frac{\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}}{1+\Psi}(Y_1 - Y_2)\right] = \Psi\Delta P_1.$$

Данные зависимости составлены для двух дискретных отверстий, и внутреннее давление в зоне отверстий здания находится между величинами наружных давлений, воздействующих на рассматриваемые ограждения здания. Гидравлические потери давления циркулирующего в здании внутреннего воздуха из-за усложнения формул не учитывались. Кроме того,

отметим, что постоянный воздушный поток через отверстия в здание предопределяет изменение величины внутреннего давления в здании от величины давления наружного воздуха. На рис. 2 это отразится так, что красная линия $O_{г1}$–$O_{г2}$ сместится ниже и левее синей линии.

В действительности в ограждениях возможны различные варианты взаимного расположения отверстий и их габариты, а также соотношения зон внутреннего и наружных давлений в здании. Одно принципиально важно — характер функциональных зависимостей вряд ли будет отличаться.

Из анализа представленных зависимостей видно, что ветровое динамическое давление, воздействующее на два противоположных ограждения, незначительно влияет на величину внутреннего давления в здании, но оказывает существенное воздействие на величину перепада давления, обусловливающую интенсивность инфильтрации.

Кроме того, зона отверстий здания по высоте разделится на:

а) зоны, в одной из которых внутреннее давление выше наружного давления;

б) зону, в которой внутреннее давление в здании ниже наружного давления;

в) зону, в которой внутреннее давление выше одного наружного давления и ниже другого.

Координаты разделения описываются сомножителями в слагаемых, содержащих разности удельных весов.

Изучив совместное влияние двух давлений наружного воздуха на внутреннее давление в здании, невольно возникает вопрос: *«А правильно ли мы в настоящее время определяем инфильтрацию?»*

При всех рассуждениях, приведённых в этой и предыдущих статьях, мы рассматривали здание как абстрактное помещение. Это могла быть лестничная клетка, квартира, комната и т.п.

Однако в реальности перечисленные помещения существуют в тесной конструктивной взаимосвязи, например, «лестничная клетка — квартира». Если их рассматривать совместно, то получается, что каждое помещение подвержено по крайней мере двум различным внешним для него давлениям. Лестничная клетка подвержена наружному давлению и внутреннему давлению квартиры, а квартира находится под давлением наружного воздуха и внутреннего давления воздуха лестничной клетки (рис. 5). Внутренние давления этих помещений взаимно влияют друг на друга, и каждое из них обусловливает инфильтрацию в соответствующем помещении.

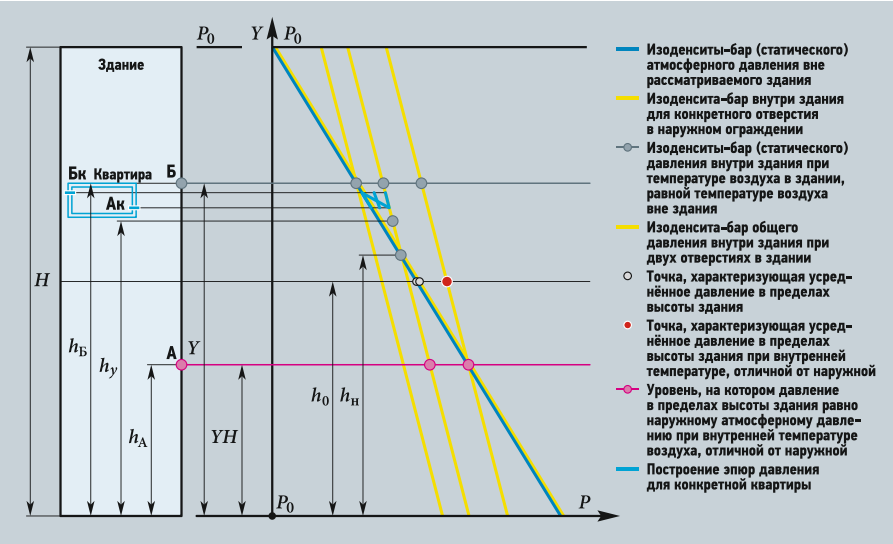


Рис. 5. Сравнение внутренних давлений в квартире и на лестничной клетке

Если всё это так, то инфильтрация воздуха в квартиру зависит от внутреннего давления в квартире, а не от внутреннего давления на лестничной клетке, как это считается сейчас. Точно так же это относится и к лестничной клетке. Кроме того, отметим, что принимаемые площади, через которые происходит инфильтрация воздуха, обусловливаются координатой нейтральной линии помещения, которая делит площадь ограждения помещения на «инфильтрующую» и «эксфильтрующую» части. Эти площади обычно не равны площади всего ограждения. Возможны

При наличии механической вентиляции трудно сбалансировать количество приточного и вытяжного воздуха, определяющее естественное внутреннее давление в помещении

случаи, когда рассматриваемое помещение может быть связано своими ограждениями не только с соседними независимыми помещениями, но и само иметь несколько разноориентированных наружных ограждений. Не исключён вариант расположения квартир в зоне разряжения на лестничной клетке и т.п. Допустимы и другие случаи. Например, рассматривать взаимную трансформацию внутренних давлений каждой комнаты в отдельной квартире и установить естественный обмен воздухом между комнатами (комнатами и кухней, санузлом и т.п.).

Естественное разделение здания (помещения) на зоны повышенного и пониженного давлений даёт основания утверждать, что при рассмотрении инфильтрации необходимо учитывать постоянно работающую естественную вытяжную вентиляцию как отверстие, расположенное в помещении в зоне повышенного внутреннего давления (через него воздух удаляется) и влияющее на количество свежего инфильтрирующегося в помещение воздуха (при определении мощности системы отопления затраты теплоты на подогрев этого воздуха не учитываются). Инфильтрация и естественная нерегулируемая вытяжная вентиляция неразрывно связаны между собой и должны рассматриваться вместе.

Вообще, помимо естественной вентиляции, как правило, многие здания обустраиваются механической вентиляцией. В этом случае трудно сбалансировать количество приточного и вытяжного воздуха, определяющее естественное (без механической вентиляции) сбалансированное внутреннее давление в помещении. Несбалансированность сказывается на внутреннем давлении в помещении.

Допустим, что за счёт избытков воздуха (механическая вытяжная вентиляция), покидающего здание, среднее внутреннее давление изменилось на величину $-\Delta P_{доп}$, тогда будет иметь место:

$$M_1 - M_2 = \mu_1 F_1 \rho_в^{1-n} \sqrt[n]{2\left(P_{в1} - \Delta P_{доп} - P_{н1}\right)} - \\ - \mu_2 F_2 \rho_н^{1-n} \sqrt[n]{2\left(P_{н2} - P_{в2} + \Delta P_{доп}\right)} = 0.$$

Нетрудно установить, что:

$$\Delta P_{доп} = \left[\frac{\left(\frac{\mu_1 F_1}{\mu_2 F_2}\right)^n \left(\frac{\rho_в}{\rho_н}\right)^{1-n} - 1}{\left(\frac{\mu_1 F_1}{\mu_2 F_2}\right)^n \left(\frac{\rho_в}{\rho_н}\right)^{1-n} + 1}\right]\left(P_{в1} - P_{н1}\right),$$

При «+» на эту величину следует уменьшить внутреннее давление в здание, при «–» — увеличить. Разделив на разность удельных весов наружного и внутреннего воздуха, установим, насколько переместится нейтральная линия по высоте здания. Именно эта линия является характерной, поскольку от неё отсчитываются количества воздуха, поступающего в здание и выходящего из него.

Выводы

Из рассмотренных фактов, влияющих на аэродинамику естественных воздушных потоков в здании, следует, что:

- основным фактором, определяющим воздушный режим здания, помимо температурного, является внутреннее давление, трансформирующееся архитектурной планировкой здания;
- воздушный режим в здании обусловливается не только воздухопроницаемостью наружных ограждений, но и вызванной циркуляцией внутреннего воздуха;
- любое здание подвержено естественному проветриванию, поэтому даже во вновь возведённом строении должны обеспечиваться нормальные санитарно-гигиенические условия воздушной среды за счёт выбора конструкций и материалов ограждений и планировки;
- внутренняя циркуляция воздуха в здании ведёт к уменьшению давления в зоне здания с избыточным давлением и к повышению давления в зоне разряжения (принудительное увеличение циркуляции внутреннего воздуха сокращает инфильтрацию в помещении);
- при расчёте естественной вентиляции помещения необходимо учитывать изменчивость внутреннего давления;
- количество инфильтрующегося в помещение наружного воздуха определяется внутренним давлением в этом помещении, а не давлением на лестничной клетке;
- инфильтрация происходит не по всей поверхности ограждения или площади вертикального проёма (часть поверхности работает на приток воздуха в помещение, другая часть — на удаление);
- проектируемая в здании естественная и механическая вентиляции существенно влияют на инфильтрационные процессы в здании (естественная вытяжка обусловливает количество воздуха, покидающего здание, и, как следствие, изменяет ординату расположения гравитационной нейтральной линии);
- на инфильтрацию влияют:

а) герметичность ограждающих конструкций;
б) пространственная ориентация помещения (здания), количество разноориентированных ограждений в помещении;
в) высота сооружения;
г) наличие внутри здания на пути циркулирующего внутреннего потока воздуха различных архитектурных препятствующих им устройств;
д) наличие в здании архитектурных решений, создающих требуемое движение циркулирующего в здании воздуха;

- мероприятия, предлагаемые по сокращению энергозатрат на борьбу с инфильтрационными потерями:

а) лестничные клетки, лифты и лифтовые холлы обособить от здания и поддерживать в них тепловой режим, близкий к наружному;
б) вход в любую квартиру или группу рядом расположенных квартир выполнять непосредственно с улицы;
в) все вертикальные инженерные коммуникации осуществлять в блоках для лифтов, лестниц и т.п.;
г) при необходимости обогрева вертикальных лифтовых и лестничных блоков следует оборудовать их по вертикали межэтажными разделительными преградами;
д) размещать квартиры на этажах по коридорной системе с входом на него из неотапливаемого лифтового холла. ●

1. Аничкин А.Г. Ещё раз о воздушном режиме. Изменяющиеся внешние условия // Журнал С.О.К., 2017. №4. С. 72–79.
2. Аничкин А.Г. Ещё раз о воздушном режиме // Журнал С.О.К., 2016. №7. С. 42–48.
3. Аше Б.Н., Максимов Г.А. Отопление и вентиляция. Ч. 2. — М.: Стройиздат, 1939. 174 с.

На правах рекламы.

Be sure. testo

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

info@testo.ru • +7(495)221-62-13 • www.testo.ru

Лабораторное тестирование аэродинамики серийных крышных вентиляторов на соответствие каталожным параметрам

Центральная измерительная лаборатория (ЦИЛ) в городе Фрязино с 2009 года проводит на аттестованном по ГОСТ ISO 5801 аэродинамическом стенде типа «А» тесты вентиляторов, имеющих расход до 45 тыс. м³/ч. Часть тестов проводится на образцах вентиляторов производства РФ, полученных от монтажных и торговых организаций, на соответствие заявленным в каталогах и паспортах параметрам расхода, напора и мощности на валу. Краткий отчёт по тестам крышных вентиляторов популярных моделей представлен в этой статье.

Автор: Ф.И. АНДРОНОВ, начальник информационного отдела «ВЕЗА»

В России в 2019 году действует около сотни крупных, средних и малых фирм-производителей вентиляторов, из них только пять-десять крупных фирм производят заметные объёмы (более 1000 штук в год) вентиляторов крышного типа (рассматриваются модели со стандартным мотором и стальным сварным колесом). Отбор и закупка образцов популярных крышных вентиляторов для их тестирования на стенде Центральной измерительной лаборатории проводились по собственной инициативе отдельных торговых организаций в разных регионах Российской Федерации — Север, Юг, Московский регион. Закупка или временное перемещение образцов с объекта в ЦИЛ проводились анонимно, таким образом, специальная подготовка образцов производителем была исключена.

Отбор и закупка образцов популярных крышных вентиляторов для их тестирования на стенде Центральной измерительной лаборатории проводились по собственной инициативе отдельных торговых организаций в разных регионах РФ — Север, Юг, Московский регион. Закупка или временное перемещение образцов с объекта в ЦИЛ проводились анонимно, то есть специальная подготовка образцов производителем была исключена

Подробный анализ конструкции каждого вентилятора не входит в цели статьи, по внешнему виду можно отметить образец №3 из Московского региона, построенный на оригинальном немецком рабочем колесе фирмы Punker, который, несмотря на высокое качество оригинального колеса, не додувал по расходу 15–25 %.

Все образцы сфотографированы, полный отчёт может быть получен с разрешения собственника тестируемого оборудования.

Далее на графиках представлены аэродинамические характеристики протестированных образцов.

Сравнение рабочих характеристик (по паспорту/каталогу и фактических) табл. 1

№ образца / № протокола / регион производства	Размер колеса, мм / число лопаток	Двигатель: мощность, кВт / число оборотов	Фактич. мощность на валу, Вт	Макс. расход по каталогу, м³/ч	Фактич. макс. расход, м³/ч	Фактич. КПД, %	«Невязка» расхода / напора в рабочем режиме, %
1 / 649 / Север	630 / 9	5,5 / 1500	5300	25 000	19 000	53	15 / 50
2 / 660 / Север	560 / 6	2,2 / 1500	1900	11 000	8500	40	20 / 50
3 / 662 / Центр	400 / 6	5,5 / 3000	6000	14 200	12 500	50	16 / 50
4 / 635 / Центр	630 / 6	5,5 / 1500	6100	18 000	16 000	53	15 / 15
5 / 659 / Юг	630 / 12	3,0 / 1000	1500	18 000	14 000	52	40–60 / 70

Фото: ООО «ВЕЗА», veza.ru

Один из протестированных в «ЦИЛ-Фрязино» крышных вентиляторов

Образец № 1. Производитель — Север (Ленинградская область). Вентилятор с вертикальным факельным выбросом через откидные клапаны. Рабочее колесо — 9 лопаток.

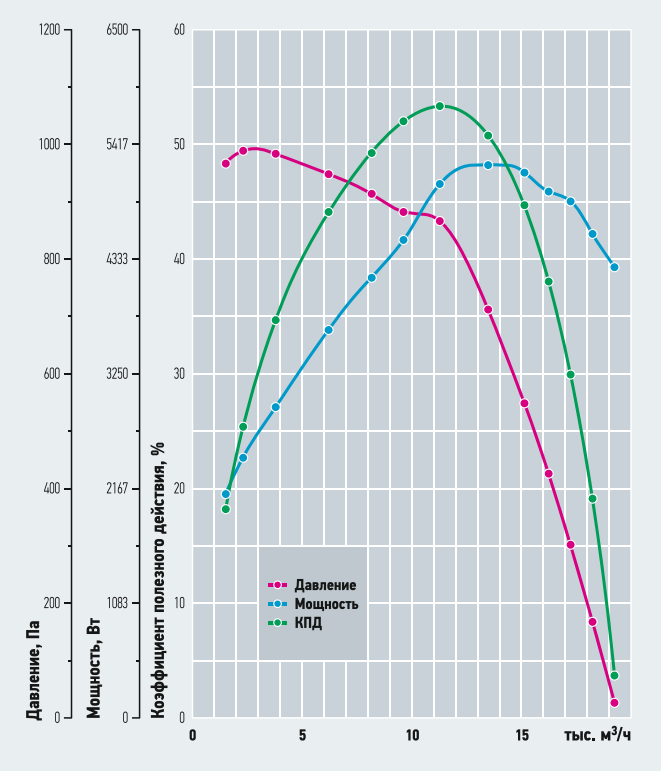


Рис. 1. Аэродинамические характеристики образца №1 (прот. №649)

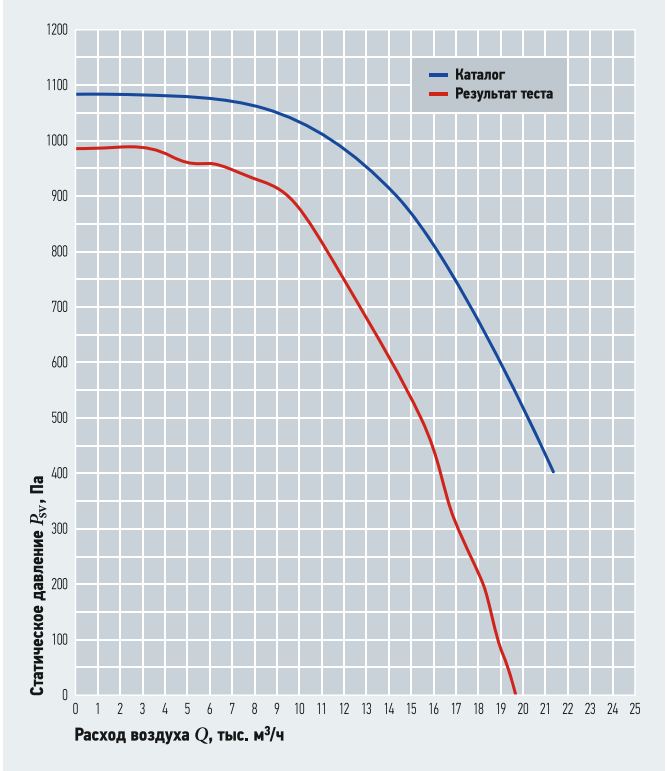


Рис. 2. Аэродинамические характеристики ВКРФ-6,3-ДУ (обр. №1)

Образец № 2. Производитель — Север (Ленинградская область). Вентилятор с выбросом потока в стороны, с корпусом круглой формы (из окрашенного чёрного металла) и вертикальными рёбрами спрямляющего аппарата. Рабочее колесо — 6 лопаток.

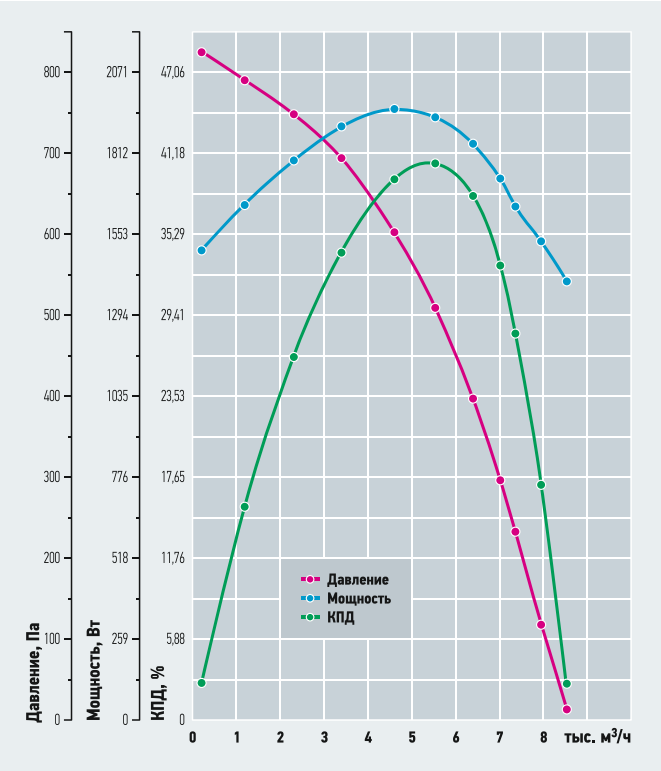


Рис. 3. Аэродинамические характеристики образца №2

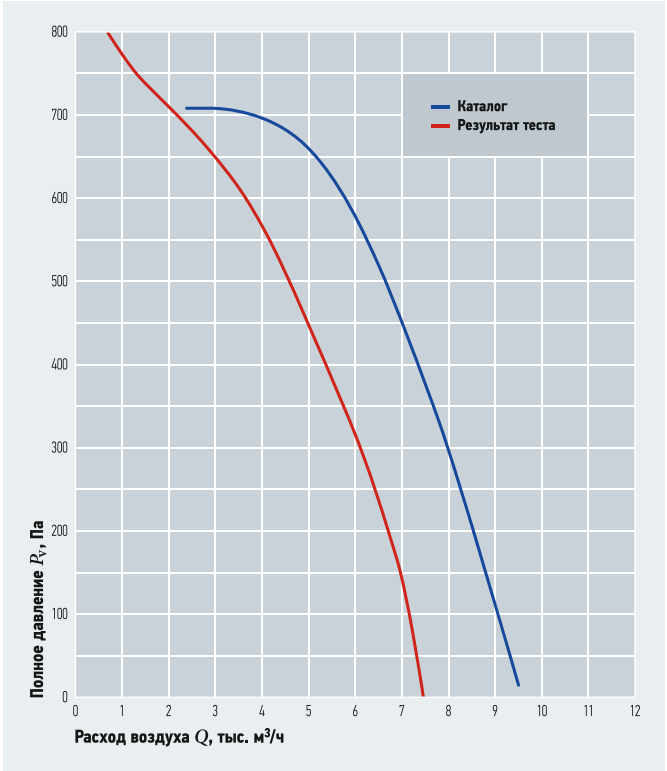


Рис. 4. Аэродинамические характеристики ВКРС-5,6 (обр. №2)

Образец № 3. Производитель — Центр (Московская область). Вентилятор с «боковым» факельным выбросом вверх через откидные клапаны. Рабочее колесо — «оригинальный» Punker, 6 лопаток.

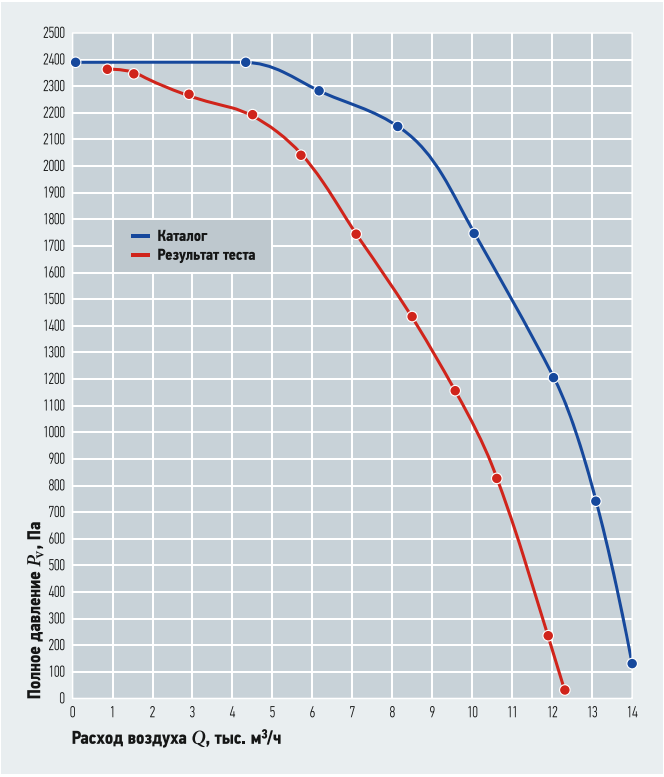


Рис. 5. Аэродинамические характеристики образца №3 (прот. №662)

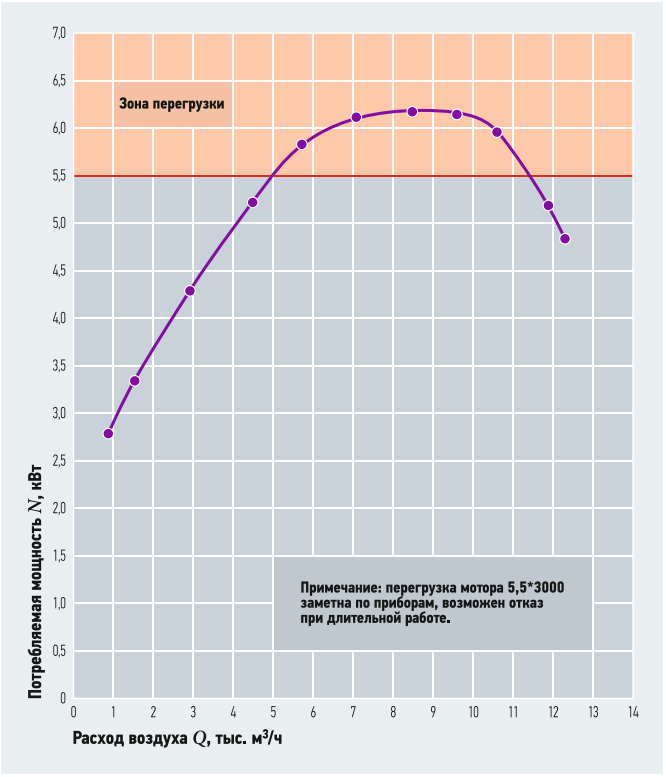


Рис. 6. Мощностная характеристика образца №3

Образец № 4. Производитель — Центр (Московский/Центральный регион). Вентилятор с факельным выбросом потока в одну сторону через откидной клапан. Рабочее колесо — тип Punker, 6 лопаток.

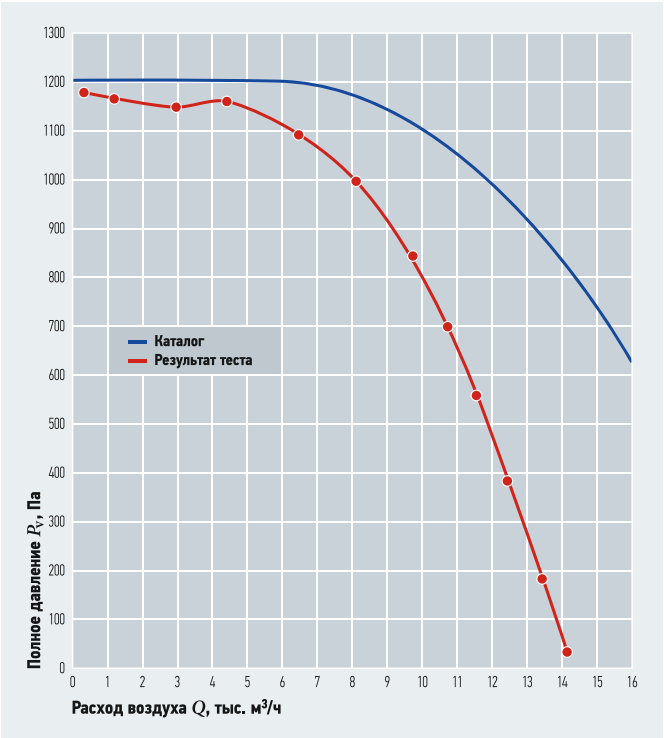


Рис. 7. Аэродинамические характеристики образца №4 (прот. №635)

Образец № 5. Производитель — Юг (Ростовская область). Вентилятор с выбросом потока в стороны, с корпусом квадратной формы. Рабочее колесо — 12 лопаток.

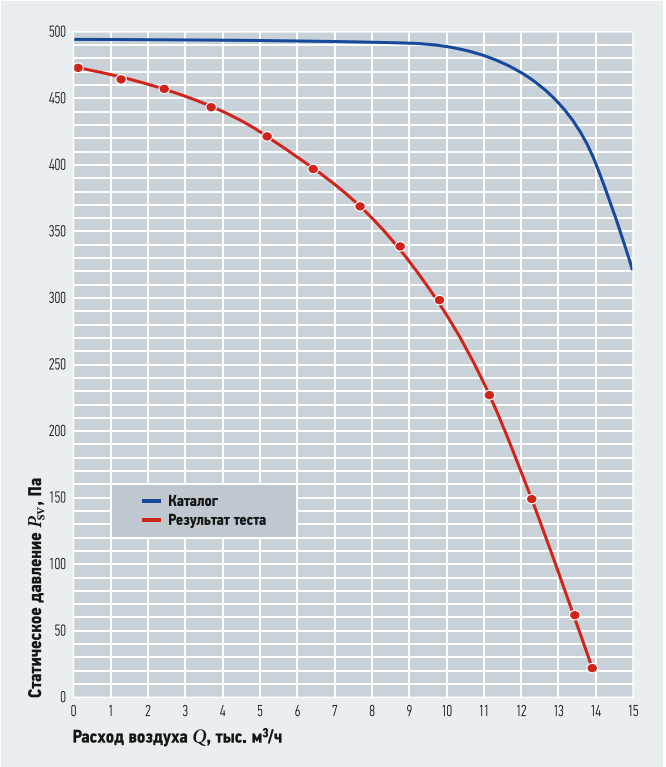


Рис. 8. Аэродинамические характеристики ВКРС-6,3 с мотором 3,0*1000 (прот. №659)

Фото: ООО «ВЕЗА», veza.ru

Образец №1

Фото: ООО «ВЕЗА», veza.ru

Образец №1

Фото: ООО «ВЕЗА», veza.ru

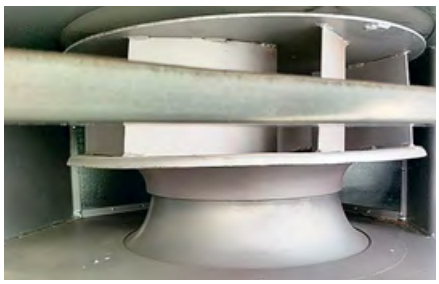


Фото: ООО «ВЕЗА», veza.ru

Фото: ООО «ВЕЗА», veza.ru

Образец №3: вентилятор с факельным выбросом и колесом Punker

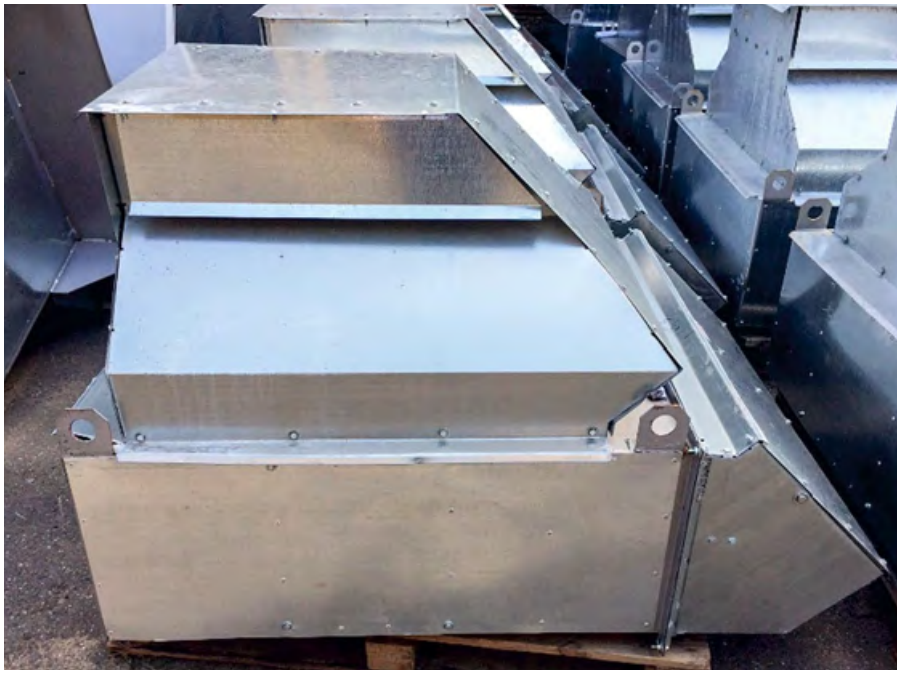


Фото: ООО «ВЕЗА», veza.ru

Образец №4: вентилятор с «боковым» факельным выбросом вверх, колесо «типа» Punker

Выводы

Основные выводы по протестированным образцам таковы:

1. Все образцы №№ 1–5 произведены в условиях качественного технологического оснащения; резка металла, сварка, окраска, балансировка, крепёж, сборка. Образец № 2, условно названный «круглый», изготовлен из окрашенной чёрной стали, остальные из оцинкованной стали. Маркировка большинства образцов выполнена не по каталогу, вручную (кустарно) или шильды не заполнены совсем.

2. Все образцы вентиляторов №№ 1, 3, 4 и 5 даже на пределе возможностей не выдают свои проектные или каталожные параметры, независимо от типа корпуса и колеса, и, кроме совсем «провального» образца № 2 («недодув» 40 %), «не додувают» 15–25 %, что достаточно для отказа в приёмке вентиляционного оборудования по СП 73 и СП 7 / ГОСТ Р 53300 (не путать с ГОСТ Р 51300).

3. Образец №5 оснащён мотором несоответствующей мощности или колесом недостоверного типа, так как мотор нагружен менее 50 %, при этом заявлена версия вентилятора по каталогу с мотором 3,0/1000 с полной нагрузкой.

На основании изложенного выше можно сделать вывод, что «уровень честности» поставляемого вентилятора не зависит от внешнего вида устройства, «возраста» производителя, типа применяемых комплектующих (в том числе импортных) и может быть испорчен даже малыми ошибками конструкции.

Для достоверности продукции необходима 100 %-я лабораторная проверка реальных параметров продукции с предъявлением клиенту протоколов аэродинамических тестов.

Фото: ООО «ВЕЗА», veza.ru

Образец №5: вентилятор ВКРС-6,3 с выбросом потока в стороны

Практическое применение явления аномально высокой амплитуды автоколебательного процесса при истечении жидкости. Часть 1

Рецензия эксперта на статью получена 13.06.2019 [Expert review on the article received June 13, 2019].

Введение

Автоколебательные течения из отверстий, перекрытых арочным элементом, представляют большой практический и исследовательский интерес в научно-инженерных задачах распределения воздуха, диспергирования жидкостей, смешения плохо смешивающихся жидкостей, сжигания топлив. Однако работ по изучению механизма возникновения течения и характеристик автоколебательного процесса крайне мало.

Сегодня уже понятно, что обнаруженное аномально быстрое затухание результирующего потока вентиляционного воздуха в окружающей среде, отмеченное в [1], имеет в своей природе мощный автоколебательный процесс.

Это первое в литературе упоминание трактовалось как эффект соударения оппозитно-встречных струй в приложении к технике вентиляции.

Взаимодействию двух встречно-соосных потоков посвящены работы [2, 3]. В работе [2] представлены результаты экспериментальных исследований течений воздуха из лункообразных отверстий. Установлено быстрое падение скорости потока вниз по течению от лункообразного отверстия. При объяснении механизма гашения скорости потока при истечении из отверстия не был отмечен факт наличия колебательного процесса.

В работе [3] представлены первые попытки исследования процесса методами численного моделирования. Результаты расчётов показали наличие периодического автоколебательного течения. Проведена оценка влияния геометрических параметров отверстия на характеристики автоколебательного процесса.

Установлено, что спектр и амплитуда колебаний потока зависят от длины прямоугольного отверстия, отнесённой к его ширине.

Сегодня уже понятно, что обнаруженное аномально быстрое затухание результирующего потока вентиляционного воздуха в окружающей среде, отмеченное в [1], имеет в своей природе мощный автоколебательный процесс. Это первое упоминание трактовалось как эффект соударения оппозитно-встречных струй в приложении к технике вентиляции

УДК 697.932.6:1515. Научная специальность: 05.23.03.

Практическое применение явления аномально высокой амплитуды автоколебательного процесса при истечении жидкости. Часть 1

Игорь В. Баранов, д.т.н., профессор; **Сергей А. Гастев**, аспирант, Санкт-Петербургский Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО)

Рассматривается истечение несжимаемой жидкости из прямоугольного отверстия перекрытого полукруглым арочным элементом. Численно исследован автоколебательный режим истечения. Вычислительный алгоритм, реализованный в программном комплексе STAR-CCM+, включает в себя сеточную аппроксимацию по пространству, неявный метод интегрирования по времени и алгебраический многосеточный метод решения систем алгебраических уравнений. Рассмотрен вариант геометрии отверстия с соотношением сторон l/d = 2. Дано объяснение механизму возникновения автоколебательного процесса. Определено распределение значений амплитуды колебаний в пространстве у выхода из отверстия. Определены некоторые возможности практического применения описанного явления.

Ключевые слова: *уравнения Навье-Стокса, несжимаемая жидкость, турбулентное течение, автоколебания, численное моделирование.*

UDC 697.932.6:1515. The number of scientific specialty: 05.23.03.

Practical application of the phenomenon of abnormally high amplitude of the self-oscillating process at the expiration of the liquid. Part 1

Igor V. Baranov, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Sergey A. Gastev**, postgraduate student, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (NRU ITMO)

The outflow of an incompressible fluid from a rectangular opening covered by a semicircular arched element is considered. The self-oscillatory expiration regime is numerically investigated. The computational algorithm implemented in the STAR-CCM+ software package includes a grid approximation in space, an implicit time integration method, and an algebraic multi-grid method for solving systems of algebraic equations. A variant of the hole geometry with an aspect ratio of l/d = 2 is considered. An explanation is given to the mechanism of the self-oscillatory process. The distribution of oscillation amplitude values in space at the exit from the hole is determined. Some possibilities of practical application of the described phenomenon are determined.

Key words: *Navier-Stokes equations, incompressible fluid, turbulent flow, self-oscillation, numerical simulation.*

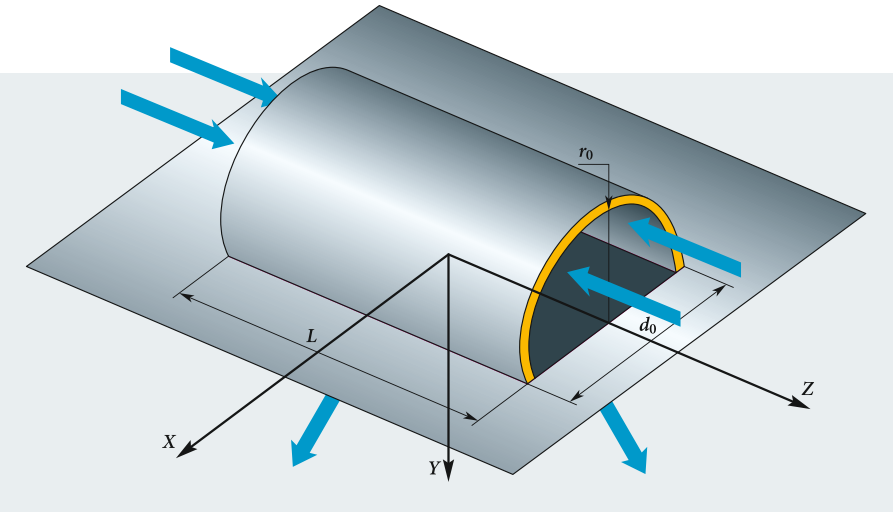


Рис. 1. Общий вид исследуемого прямоугольного отверстия, перекрытого арочным элементом

Первая попытка комплексного подхода к изучению механизма возникновения автоколебательного течения из отверстия, перекрытого арочным элементом, с применением методов численного моделирования представлена в работе [4]. Рассмотрены отверстия с различными геометрическими параметрами и при различных кинематических режимах течения.

Для диапазона чисел Рейнольдса (Re) $2{,}1\times10^6 - 1{,}2\times10^7$ установлено, что автоколебательный характер течения не зависит от кинематических параметров течения, в частности, $Sh \neq f(Re)$. Однако установлена существенная зависимость амплитуды колебательного течения от величины отношения l/d.

При $l/d = 1$ автоколебательный характер течения выражен слабее и имеет сниженную амплитуду колебаний. При $l/d = 2$ наблюдается ярко выраженное автоколебательное течение. При $l/d = 4$ также наблюдается автоколебательный характер течения, но, в отличие от предыдущих вариантов, этот процесс протекает менее периодично, появляются дополнительные гармоники колебаний, а амплитуда колебаний значительно снижается.

Определяя относительную амплитуду колебаний как отношение амплитуды колебаний модуля скорости потока к среднерасходной скорости, специалисты установили, что относительная амплитуда автоколебаний для иных видов автоколебательных течений, как правило, не превышает значения 0,9. Например, в работах [5–6], в которых исследуется истечение плоской струи в прямоугольную полость, относительная амплитуда автоколебаний не превышает значения 0,4. В работах [7–9], в которых исследуется автоколебательный процесс при обтекании тел различной формы, относительная амплитуда колебаний также не превышает значения 0,9, а в работах [10–11], в которых исследуется автоколебательный процесс фонтанирования вертикальной плоской струи жидкости, относительная амплитуда колебаний не превышает значения 0,6.

В работах [12–13], в которых исследуется обтекание внешним потоком прямоугольных каверн при $Re = 10^3$–10^5, амплитуда автоколебаний не превышает значения 0,9.

Относительная амплитуда автоколебаний для иных видов автоколебательных течений, как правило, не превышает значения 0,9. Например, в работах [5–6], в которых исследуется истечение плоской струи в прямоугольную полость, относительная амплитуда автоколебаний не превышает значения 0,4 (в работах [7–9] — 0,9)

В настоящей работе численно исследуется автоколебательный режим истечения из отверстия перекрытого арочным элементом. Главной целью исследования является выяснение механизма формирования автоколебательного течения, а также определение основных его характеристик. Рассматривается вариант геометрии отверстия с соотношением сторон $l/d = 2$, поскольку при данном соотношении наиболее ярко наблюдается автоколебательный режим истечения [4]. По результатам моделирования определяется распределение поля амплитуд колебаний в плоскости течения струи.

Постановка и метод решения задачи

Исследуется автоколебательное течение вязкого изотермического несжимаемого газа из прямоугольного отверстия, перекрытого арочным элементом (рис. 1).

Для описания трёхмерного турбулентного течения жидкости использовался метод крупных вихрей (Large Eddy Simulation, LES) [14], базирующейся на решении отфильтрованных по пространству уравнений Навье-Стокса и уравнения неразрывности (1.1–1.2):

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} = 0; \qquad (1.1)$$

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} + \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_i}\left[\nu\left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i}\right) + \tau_{ij}^{SGS}\right], \qquad (1.2)$$

здесь ν — коэффициент кинематической вязкости; $\bar{u}_i$ и $\bar{p}$ — отфильтрованные по пространству компоненты скорости и давление, соответственно.

Крупномасштабные вихри разрешаются напрямую из уравнений (1.1–1.2), а мелкомасштабные вихревые структуры моделируются в соответствии с моделью подсеточной вязкости (SubGrid-Scale, SGS) Смагоринского.

В соответствии с моделью Смагоринского делаются два допущения. Во-первых, предполагается линейная связь между тензором подсеточных напряжений и тензором скоростей деформации:

$$\tau_{ij}^{SGS} - \frac{1}{3}\tau_{ij}\delta_{ij} = -2\nu_t \bar{S}_{ij};$$

$$\bar{S}_{ij} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i}\right),$$

где $\bar{S}_{ij}$ — тензор скоростей деформации, построенный по осреднённым значениям скорости; ν_t — подсеточная вихревая вязкость. Во-вторых, по аналогии с моделью длины смешения [14] для расчёта подсеточной вязкости:

$$\nu_t = l_S^2 |\bar{S}| = (C_S\Delta)^2 |\bar{S}|,$$

здесь $|\bar{S}| = \sqrt{2S_{ij}S_{ji}}$; $l_S = C_S\Delta$, где Δ — ширина фильтра; C_S — константа Смагоринского.

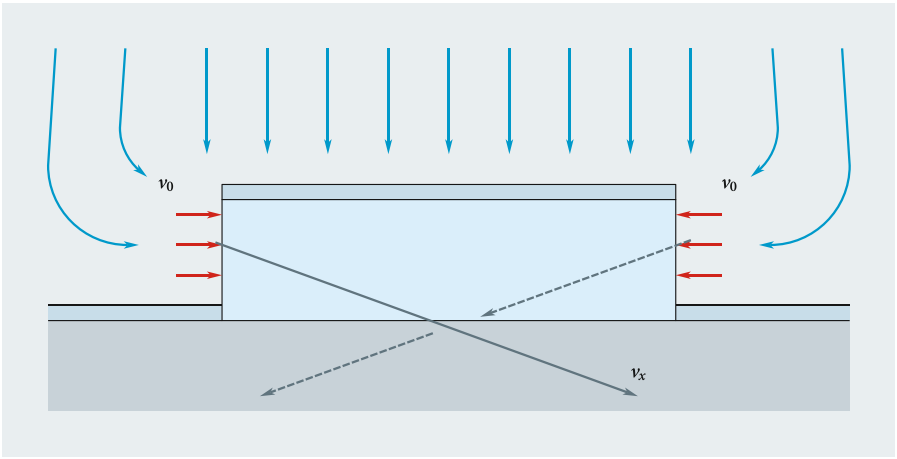


Рис. 2. Схема расположения отверстия на плоскости и направление потока

На рис. 2 показана схема отверстия, площадь входного сечения которого равна 0,15 м², а скорость во входном сечении в расчётную область составляет 0,039 м/с. Скорость во входном сечении определяется из условия, что скорость потока из отверстий арочного элемента составляет $v_0 = 3$ м/с, а площадь прямоугольного отверстия равна 0,005 м². На выходной границе расчётной области распределение давления p = const и условие Неймана на тангенциальные компоненты скорости $\partial u_\tau/\partial \vec{n} = 0$. Все остальные границы расчётной области предполагаются твёрдыми стенками и на них ставятся условия прилипания.

Для решения поставленной задачи использовался вычислительный программный комплекс STAR-CCM+ (ver. 8). Пространственная аппроксимация уравнений переноса (1.1–1.2) выполняется с помощью метода контрольных объёмов. Для интегрирования по времени используется неявная схема первого порядка точности. Аппроксимация конвективных членов в уравнении переноса импульса (1.1) выполняется по схеме центральных разностей второго порядка точности. Решение систем алгебраических уравнений, формируемых при дискретизации уравнений переноса, производится алгебраическим многосеточным методом [15].

Для решения поставленной задачи использовался вычислительный программный комплекс STAR-CCM+. Пространственная аппроксимация уравнений переноса (1.1–1.2) выполняется с помощью метода контрольных объёмов. Для интегрирования по времени используется неявная схема первого порядка точности. Аппроксимация конвективных членов в уравнении переноса импульса (1.1) выполняется по схеме центральных разностей второго порядка точности

В исследуемой области построена гексаэдральная неструктурированная расчётная сетка с более подробным разрешением в области отверстия. Размер элемента расчётной сетки в области максимального сгущения составляет 0,3 мм, а максимальный размер элемента расчётной сетки составляет 80 мм.

Общее количество ячеек расчётной сетки составило 22×10^6.

Механизм возникновения автоколебаний

Для понимания особенностей механизма возникновения автоколебаний при истечении жидкости из рассматриваемого отверстия необходимо точно воспроизвести картину течений и взаимодействий потоков между собой. Использование подхода LES позволяет получить подробную картину течения, напрямую разрешая наиболее крупные вихревые структуры потока, соответствующие длинноволновой части инерционного интервала энергетического спектра. На рис. 3–4 представлено развитие течения потока из отверстия за время одного полупериода его колебаний. Данное явление представляет собой динамически неустойчивое периодическое течение, вызванное сложным неустойчивым взаимодействием встречно-соосных потоков, истекающих через отверстие.

Характеристики автоколебаний

Интерес к данному виду автоколебательных течений вызван аномально высокой относительной амплитудой колебаний потока, которая, как следует из рис. 3а, принимает значения от 5,0 до 6,0.

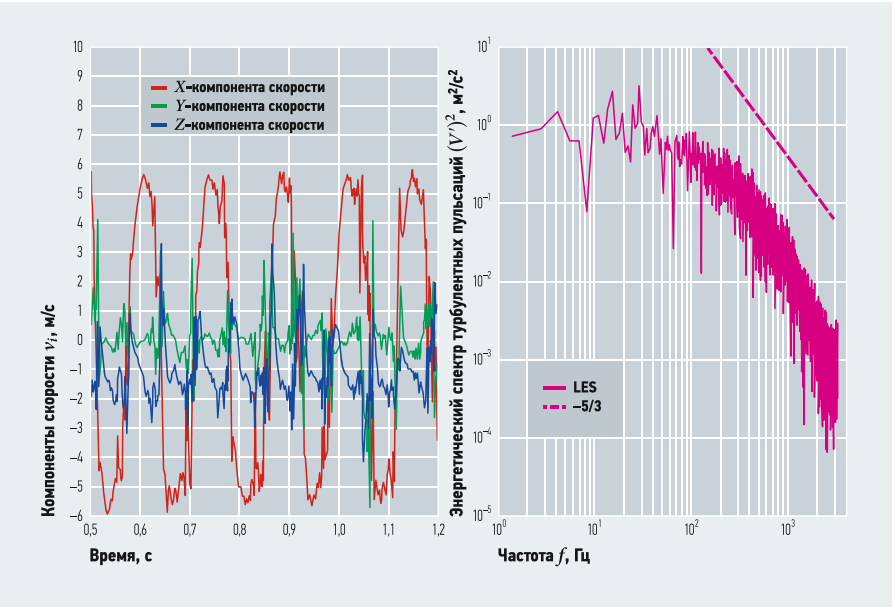


Рис. 3. Временная зависимость компонент скорости (а) и энергетический спектр турбулентных пульсаций (б) в точке, расположенной по центру отверстия (расчёт методом LES)

Для определения энергетического спектра турбулентных пульсаций потока (рис. 3б) и амплитуды колебаний по перпендикулярной и продольной осям отверстия (Y и X на рис. 2, соответственно) определяется временная зависимость всех компонент скорости (рис. 3а).

В результате анализа полученных данных определяется распределение амплитуды автоколебаний (рис. 4).

Значение амплитуды колебаний соответствует отношению максимальной поперечной компоненты скорости v_x к среднерасходной скорости из отверстия при заданных условиях:

$A = v_x / v_{\text{расх}}$.

Установлено, что максимальное значение амплитуды колебаний достигается по центру отверстия на расстоянии от 0 до 4 мм от плоскости отверстия (по оси Y, рис. 4а). Принимая во внимание, что площадь прямоугольного отверстия формируется как $d_0 L = 0{,}05 \times 0{,}1$ м², можно полагать, что максимальные колебания обнаруживаются в плоскости данного конкретного отверстия.

Вывод

Численно исследован автоколебательный процесс при истечении из прямоугольного отверстия с соотношением сторон 2:1, перекрытого арочным элементом. В рассмотренном варианте фигурирует отверстие с соотношением $l/d_0 = 2$.

Также дано объяснение механизму возникновения автоколебательного характера течения.

Сложное взаимодействие двух встречно-сосных потоков обеспечивает периодический подпор одного из них, как следствие организуя устойчивый колебательный характер течения.

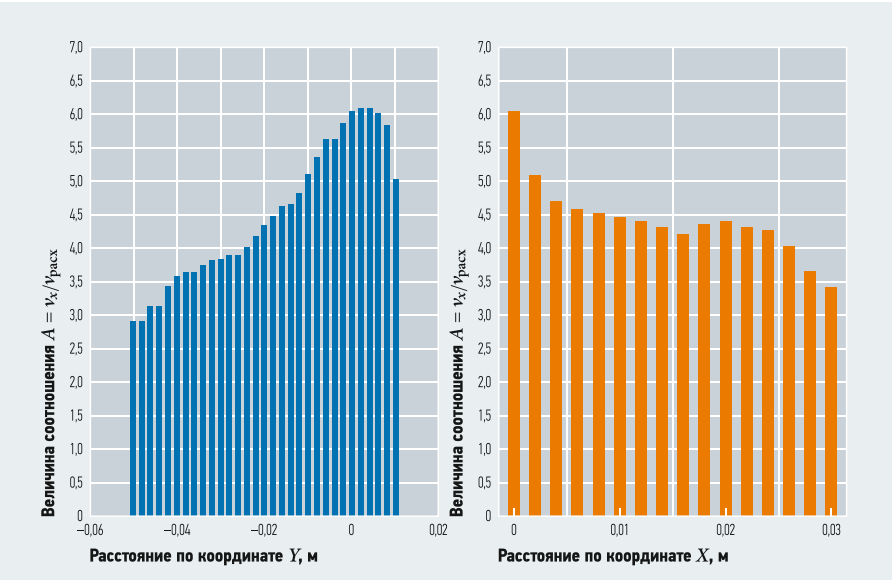


Рис. 4. Распределение значения относительной (**а** — вдоль оси Y, **б** — вдоль оси X; точка с координатами $X = 0$, $Y = 0$ расположена в центре отверстия)

При этом оказывается, что точки максимальных значений амплитуды колебательного процесса лежат практически в плоскости отверстия, отступая от неё на расстояние 2–4 мм.

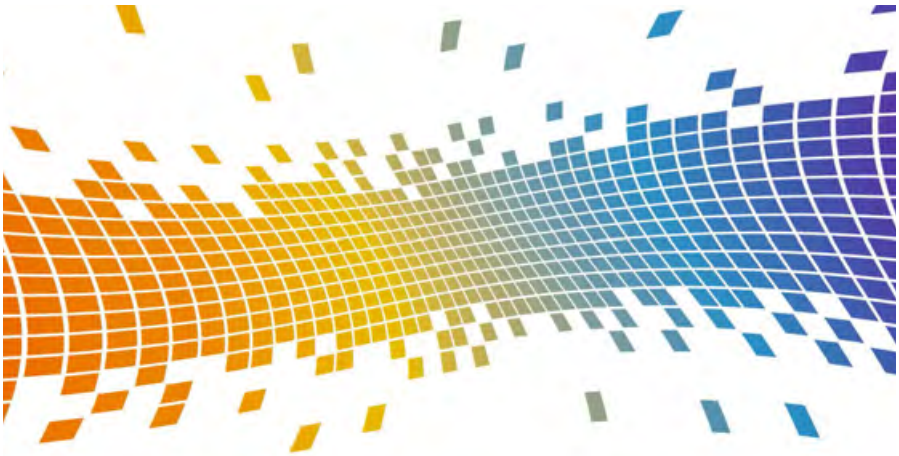
Относительная амплитуда автоколебаний рассматриваемого течения аномально высока и принимает значения 5,0–6,0, в то время как в иных известных автоколебательных течениях она составляет 0,4–0,9. Видно, что соразмерный рост амплитуды составляет 5,0–15,5 раз.

Описанному выше явлению мы дали название АВААК.

АВААК — это явление аномально высокой амплитуды автоколебательного процесса при истечении ньютоновской жидкости из прямоугольного отверстия, перекрытого арочным элементом.

1. Юрманов Б.Н., Гурьянов М.Ю. Воздухораспределитель для подачи воздуха в рабочую зону / Исследования в области отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: Межвуз. тематич. сб. тр. — Ленинград: ЛИСИ, 1988. С. 22–26.
2. Авдеева Т.П. Лункообразные воздухораспределители. Рук. деп. №11532. — М.: ВИНИТИ РАН, 1995. 23 с.
3. Авдеева Т.П. Воздухораспределение динамически неустойчивыми потоками: Автореф. дисс. д-ра техн. наук по спец. 05.23.03. — СПб., 2001. 37 с.
4. Денисихина Д.М. Численное моделирование автоколебательных вентиляционных течений: Дисс. канд. физ.-мат. наук по спец. 01.02.05. — СПб., 2005. 135 с.
5. Mataoui A., Schiestel R., Salem A. Study of the oscillatory regime of a turbulent plane jet impinging in a rectangular cavity. Applied Mathematical Modelling. 2003. Vol. 27. Pp. 89–114.
6. Денисихина Д.М., Бассина И.А., Никулин Д.А., Стрелец М.Х. Численное моделирование автоколебаний турбулентной струи, истекающей в прямоугольную полость // Теплофизика высоких температур, 2005. Т. 43. Вып. 4. С. 568–579.
7. Shur M., Spalart P.R., Strelets M.Kh. Navier-Stokes simulation of shedding turbulent flow past a circular cylinder and a cylinder with a backward splitter plate. Third ECCOMAS Computational Fluid Dynamics Conference. Paris, France. 1996. Pp. 676–682.
8. Hourigan K., Thompson M.C., Tan B.T. Self-sustained oscillations in flows around long blunt plates. Journal of Fluids and Structures. 2001. Vol. 15. Pp. 387–398.
9. Valencia A. Numerical study of self-sustained oscillatory flows and heat transfer in channels with a tandem of transverse vortex generator. Heat and Mass Transfer. 1998. Vol. 33. Pp. 465–470.
10. Карликов В.П., Трушина О.В. Об автоколебательных режимах истечения плоских струй жидкости из-под свободной поверхности // Труды Матем. института им. В.А. Стеклова, 1998. Т. 223. С. 52–62.
11. Карликов В.П., Толоконников С.Л., Трушина О.В. Об автоколебательных режимах фонтанирования плоских вертикальных затопленных струй тяжёлой жидкости в установках с придонным стоком // Известия РАН. Механика жидкости и газа, 2011. №3. С. 90–96.
12. Rowley C.M., Colonius T., Basu A.J. On self-sustained oscillations in two-dimentional compressible flow over rectangular cavities. Journal of Fluid Mechanics. 2002. Vol. 455. Pp. 315–346.
13. Wang Z.K., Djambazov G., Lai C.H. Numerical simulation of flow-induced cavity noise in self-sustained oscillations. Computational Visual Media. 2007. Vol. 10. Pp. 123–134.
14. Smagorinsky J. General Circulation experiments with the primitive equations. The basic experiment. Monthly Weather Review. 1963. Vol. 91. No. 3. Pp. 99–164.
15. Trottenberg U., Oosterlee C.W., Schuller A. Multigrid. London. Academic Press. 2001. 631 p.

References — see page 94.



Практическое применение явления аномально высокой амплитуды автоколебательного процесса при истечении жидкости. Часть 2

Рецензия эксперта на статью получена 13.06.2019 [Expert review on the article received June 13, 2019].

В первой части статьи авторами описаны методы решения задачи исследования автоколебательного течения вязкого изотермического несжимаемого газа из прямоугольного отверстия, перекрытого арочным элементом. Даны определения механизма и характеристики автоколебаний.

Напомним, что в первой части материала, размещенного на стр. 67–70, авторы указали, что автоколебательные течения из отверстий, перекрытых арочным элементом, представляют большой практический и исследовательский интерес в научно-инженерных задачах распределения воздуха, диспергирования жидкостей, смешения плохо смешивающихся жидкостей, сжигания топлив. Однако работ по изучению механизма возникновения течения и характеристик автоколебательного процесса крайне мало.

Сегодня уже понятно, что обнаруженное аномально быстрое затухание результирующего потока вентиляционного воздуха в окружающей среде, отмеченное в [1], имеет в своей природе мощный автоколебательный процесс.

Данное первое упоминание трактовалось как эффект соударения оппозитно-встречных струй в приложении к технике вентиляции.

Взаимодействию двух встречно-соосных потоков посвящены работы [2, 3]. В работе [2] представлены результаты экспериментальных исследований течений воздуха из лункообразных отверстий. Установлено быстрое падение скорости потока вниз по течению от лункообразного отверстия. При объяснении механизма гашения скорости потока при истечении из отверстия не был отмечен факт наличия колебательного процесса. В работе [3] представлены первые попытки исследования процесса методами численного моделирования. Результаты расчётов показали наличие периодического автоколебательного течения. Проведена оценка влияния геометрических параметров отверстия на характеристики автоколебательного процесса. Установлено, что спектр и амплитуда колебаний потока зависят от длины прямоугольного отверстия, отнесённой к его ширине.

Автоколебательные течения из отверстий, перекрытых арочным элементом, представляют большой практический и исследовательский интерес в ряде научно-инженерных задач

УДК 697.932.6:1515. Научная специальность: 05.23.03.

Практическое применение явления аномально высокой амплитуды автоколебательного процесса при истечении жидкости. Часть 2

Игорь В. Баранов, д.т.н., профессор; **Сергей А. Гастев**, аспирант, Санкт-Петербургский Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО)

Рассматривается истечение несжимаемой жидкости из прямоугольного отверстия перекрытого полукруглым арочным элементом. Численно исследован автоколебательный режим истечения. Вычислительный алгоритм, реализованный в программном комплексе STAR-CCM+, включает в себя сеточную аппроксимацию по пространству, неявный метод интегрирования по времени и алгебраический многосеточный метод решения систем алгебраических уравнений. Рассмотрен вариант геометрии отверстия с соотношением сторон l/d = 2. Дано объяснение механизму возникновения автоколебательного процесса. Определено распределение значений амплитуды колебаний в пространстве у выхода из отверстия. Определены некоторые возможности практического применения описанного явления.

Ключевые слова: *уравнения Навье-Стокса, несжимаемая жидкость, турбулентное течение, автоколебания, численное моделирование.*

UDC 697.932.6:1515. The number of scientific specialty: 05.23.03.

Practical application of the phenomenon of abnormally high amplitude of the self-oscillating process at the expiration of the liquid. Part 2

Igor V. Baranov, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Sergey A. Gastev**, postgraduate student, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (NRU ITMO)

Discusses the expiration of the incompressible fluid from the rectangular holes covered with semi-circular arch element. The self-oscillating expiration mode is numerically investigated. The computational algorithm implemented in the STAR-CCM+ software package includes a grid space approximation, an implicit time integration method, and an algebraic multigrid method for solving systems of algebraic equations. A variant of the hole geometry with the aspect ratio l/d = 2 is considered. The mechanism of the self-oscillating process is explained. The distribution of the vibration amplitude values in the space at the exit from the hole is determined. Some possibilities of practical application of the described phenomenon are determined.

Key words: *Navier-Stokes equations, incompressible fluid, turbulent flow, self-oscillation, numerical simulation.*

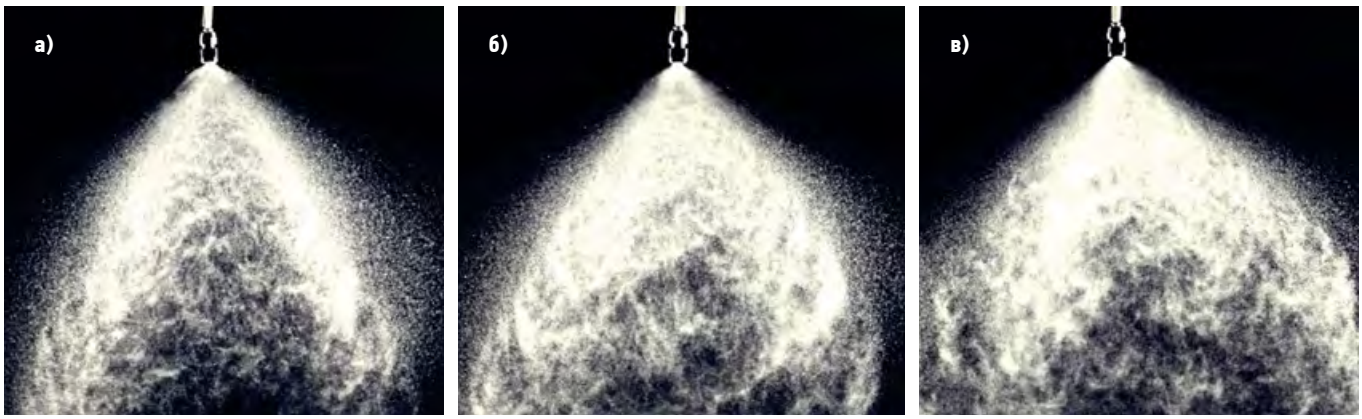


Фото 1. Работа форсунки с размером арки 0,5×1,0 мм (**а** — 10 бар, **б** — 14 бар, **в** — 18 бар)

Первая попытка комплексного подхода к изучению механизма возникновения автоколебательного течения из отверстия, перекрытого арочным элементом, с применением методов численного моделирования представлена в работе [4]. Рассмотрены отверстия с различными геометрическими параметрами и при различных кинематических режимах течения.

Для диапазона чисел Рейнольдса от $2{,}1\times10^6$ до $1{,}2\times10^7$ установлено, что автоколебательный характер течения не зависит от кинематических параметров течения, в частности, $Sh \neq f(Re)$.

Однако установлена существенная зависимость амплитуды колебательного течения от отношения l/d. При $l/d = 1$ автоколебательный характер течения выражен слабее и имеет сниженную амплитуду колебаний. При $l/d = 2$ наблюдается ярко выраженное автоколебательное течение. При $l/d = 4$ также наблюдается автоколебательный характер течения, но, в отличии от предыдущих вариантов, этот процесс протекает менее периодично, появляются дополнительные гармоники колебаний, а амплитуда колебаний значительно снижается.

Определяя относительную амплитуду колебаний как отношение амплитуды колебаний модуля скорости потока к среднерасходной скорости, установлено, что относительная амплитуда автоколебаний для иных видов автоколебательных течений, как правило, не превышает значения 0,9. Например, в работах [5–6], в которых исследуется истечение плоской струи в прямоугольную полость, относительная амплитуда автоколебаний не превышает значения 0,4. В работах [7–9], в которых исследуется автоколебательный процесс при обтекании тел различной формы, относительная амплитуда колебаний также не превышает значения 0,9, а в работах [10–11], в которых исследуется автоколебательный процесс фонтанирования вертикальной плоской струи жидкости, относительная амплитуда колебаний не превышает значения 0,6. В работах [12–13], в которых исследуется обтекание внешним потоком прямоугольных каверн при $Re = 10^3$–10^5, амплитуда автоколебаний не превышает значения 0,9.

В настоящей работе численно исследуется автоколебательный режим истечения из отверстия, перекрытого арочным элементом. Главной целью исследования является выяснение механизма формирования автоколебательного течения, а также определение основных его характеристик. Рассматривается вариант геометрии отверстия с соотношением сторон $l/d = 2$, поскольку при данном соотношении наиболее ярко наблюдается автоколебательный режим истечения [4]. По результатам моделирования определяется распределение поля амплитуд колебаний в плоскости течения струи.

Как было сказано в первой части статьи, описанному выше явлению авторы дали название АВААК. Определение термина: «*АВААК — это явление аномально высокой амплитуды автоколебательного процесса при истечении ньютоновской жидкости из прямоугольного отверстия, перекрытого арочным элементом*».

Перспективы практического применения АВААК

Из гидродинамической схемы устройства видно, что его техническая реализация проста и по затратам на исполнение несопоставима, например, с осевыми или тангенциальными закручивателями потоков. Простота и надёжность в создании и поддержании аномальных амплитуд в автоколебания позволяет практически использовать АВААК.

1. Воздухораспределение. Построение воздухораспределителей систем вентиляции и кондиционирования воздуха на АВААК позволит решить задачи обеспечения высококачественного микроклимата в малообъёмных помещениях: купе железнодорожных вагонов, салонах автомобилей, кабинах управления сельскохозяйственной техники, подъёмных кранов, космических аппаратов и др. Число Струхаля принимает значения 0,21–0,24, и при $d = 0{,}1$ м это означает, что частота автоколебаний составляет 10–25 Гц.

2. Распыление жидкости. Мелкодисперсное распыление воды при давлениях 10–18 бар со средним размером капель около 15 мкм (фото 1) имеет место:

- в задачах тушения пожаров тонкораспыленной водой;
- при постановке капельных экранов с защитой объектов от токсических веществ;
- при испарительном охлаждении воздуха на входе в газотурбинные установки в тёплый период года для поддержания номинальной мощности на валу;
- для испарительного охлаждения центров обработки данных без использования искусственного холода;
- для испарительного охлаждения воздушных потоков до их входа в аппараты нефтехимических производств, что на 25–30 % увеличивает их мощность охлаждения в тёплый период года;
- при массовом использовании водоэффективных душевых насадок.

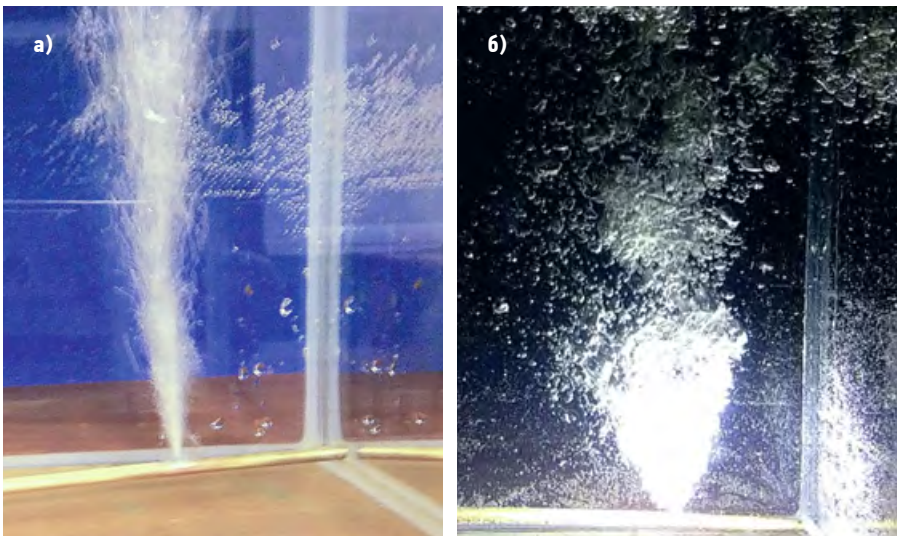


Фото 2. Истечение воздуха в воду (а — из отверстия, б — из отверстия, перекрытого аркой)

Использование форсунок, построенных на АВААК, как для маломощных, так и особо крупных градирен, повышает интенсивность и надёжность их работы, снижает угрозы засорения и удешевляет замены.

3. Смешение. При создании и сжигании топливовоздушных смесей, где в качестве топлива используется угольная пыль, природный газ, мазут, АВААК раскрывает результирующее течение примерно на 120°, что позволяет создавать широкие факелы с высокой однородностью и высокой интенсивностью турбулентности. Возрастает полнота сгорания топлив, снижаются токсичные выбросы. Высокотурбулентный поток с интенсивностью турбулентности в 50–60 % активнее отдаёт теплоту сгорания в нагреваемую среду.

С помощью АВААК также возможно решение задач смешения плохо смешивающихся жидкостей, например, при создании топливных эмульсий (смешение жидкостей в химической, пищевой и косметической промышленности). В основной поток жидкости с использованием АВААК вводятся жидкости и порошки. Результирующий поток проходит через два и более устройств. Высокая частота автоколебаний, как на вводе жидкостей в основной поток, так и при прохождении результирующим потоком устройств, обеспечит высокую однородность смеси.

4. Распределение воздуха в жидкости. Интенсификация процессов флотации (фото 2), очистки воды от нефтесодержащих продуктов, насыщения аэротенков очистных сооружения кислородом воздуха и др. Подача воздуха под слой жидкости через устройства позволяет уменьшить диаметр всплывающих пузырьков и интенсифицировать работу сил поверхностного натяжения. Как результат снижается энергоёмкость процессов и повышается функциональная производительность флотационных систем.

5. Интенсификация процессов теплообмена. В зоне действия автоколебаний на длине до 15 калибров при развитии процессов вдоль поверхностей коэффициент теплоотдачи вырастет в полтора раза. Это позволяет интенсифицировать процессы теплообмена в различных аппаратах, например, в котлах-утилизаторах газотурбинных и дизельных машин. Также возможна интенсификация физико-химических процессов в химических реакторах с замещением механических мешалок гидродинамическими — насосная группа перемещает реагирующие среды.

6. Использование АВААК в дульном тормозе-компенсаторе (ДТК). Возможно использование АВААК в дульных тормозах-компенсаторах (фото 3) стрелкового оружия и ствольной артиллерии. Это позволит понизить засветку выстрела в инфракрасном диапазоне, прибавляя к ДТК функциональные возможности пламегасителя, а также даст возможность уменьшить акустическую мощность выстрела.

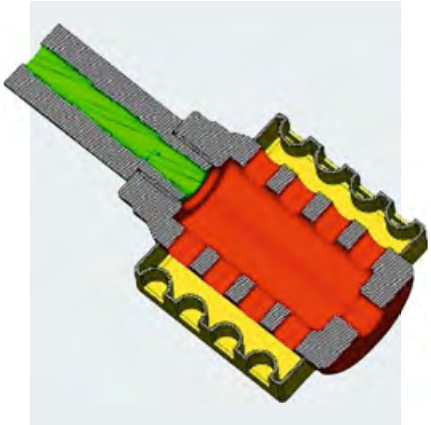


Фото 3. Дульной тормоз-компенсатор с использованием эфекта АВААК

С помощью АВААК возможно решение задач смешения плохо смешивающихся жидкостей, например, при создании топливных эмульсий (смешение жидкостей в химической, пищевой и косметической промышленности). В основной поток жидкости с использованием АВААК вводятся жидкости и порошки. Результирующий поток проходит через два и более устройств

Выводы

Установлено, что амплитуда автоколебательного процесса в АВААК в 5–15 раз выше, чем в известных течениях. Количественный скачок амплитуды автоколебаний, возникающий как результат качественных изменений процесса, позволит на основе АВААК создать новые инженерные решения высокой интенсивности в различных отраслях техники.

1. Юрманов Б.Н., Гурьянов М.Ю. Воздухораспределитель для подачи воздуха в рабочую зону / Исследования в области отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: Межвуз. тематич. сб. тр. — Ленинград: ЛИСИ, 1988. С. 22–26.
2. Авдеева Т.П. Лункообразные воздухораспределители. Рук. деп. №11532. — М.: ВИНИТИ РАН, 1995. 23 с.
3. Авдеева Т.П. Воздухораспределение динамически неустойчивыми потоками: Автореф. дисс. д-ра техн. наук по спец. 05.23.03. — СПб., 2001. 37 с.
4. Денисихина Д.М. Численное моделирование автоколебательных вентиляционных течений: Дисс. канд. физ.-мат. наук по спец. 01.02.05. — СПб., 2005. 135 с.
5. Mataoui A., Schiestel R., Salem A. Study of the oscillatory regime of a turbulent plane jet impinging in a rectangular cavity. Applied Mathematical Modelling. 2003. Vol. 27. Pp. 89–114.
6. Денисихина Д.М., Бассина И.А., Никулин Д.А., Стрелец М.Х. Численное моделирование автоколебаний турбулентной струи, истекающей в прямоугольную полость // Теплофизика высоких температур, 2005. Т. 43. Вып. 4. С. 568–579.
7. Shur M., Spalart P.R., Strelets M.Kh. Navier-Stokes simulation of shedding turbulent flow past a circular cylinder and a cylinder with a backward splitter plate. Third ECCOMAS Computational Fluid Dynamics Conference. Paris, France. 1996. Pp. 676–682.
8. Hourigan K., Thompson M.C., Tan B.T. Self-sustained oscillations in flows around long blunt plates. Journal of Fluids and Structures. 2001. Vol. 15. Pp. 387–398.
9. Valencia A. Numerical study of self-sustained oscillatory flows and heat transfer in channels with a tandem of transverse vortex generator. Heat and Mass Transfer. 1998. Vol. 33. Pp. 465–470.
10. Карликов В.П., Трушина О.В. Об автоколебательных режимах истечения плоских струй жидкости из-под свободной поверхности // Труды Матем. института им. В.А. Стеклова, 1998. Т. 223. С. 52–62.
11. Карликов В.П., Толоконников С.Л., Трушина О.В. Об автоколебательных режимах фонтанирования плоских вертикальных затопленных струй тяжёлой жидкости в установках с придонным стоком // Известия РАН. Механика жидкости и газа, 2011. №3. С. 90–96.
12. Rowley C.M., Colonius T., Basu A.J. On self-sustained oscillations in two-dimentional compressible flow over rectangular cavities. Journal of Fluid Mechanics. 2002. Vol. 455. Pp. 315–346.
13. Wang Z.K., Djambazov G., Lai C.H. Numerical simulation of flow-induced cavity noise in self-sustained oscillations. Computational Visual Media. 2007. Vol. 10. Pp. 123–134.

References — see page 95.

Результаты конференции «Возобновляемая и малая энергетика 2019»

2–3 июля 2019 года в НИУ «МЭИ» с успехом прошла XVI Международная ежегодная научно-практическая конференция «Возобновляемая и малая энергетика 2019. Энергосбережение. Автономные системы энергоснабжения стационарных и подвижных объектов». Предлагаем вашему вниманию краткие итоги мероприятия. Подробный обзор будет опубликован в ближайших номерах нашего издания.

Открыл конференцию Павел Павлович Безруких, председатель Комитета по проблемам использования возобновляемых источников энергии РосСНИО. В ходе мероприятия было представлено много интересных и важных докладов. Ниже приводим некоторые из них.

Профессор НИУ МЭИ, д.т.н. П.П. Безруких, старший менеджер ПАО «Лукойл» П.П. Безруких (мл.) и профессор Рязанского государственного радиотехнического университета (РГРТУ), д.т.н. С.Н. Карабанов представили стратегический доклад «Перспективы изменения электробаланса мира и России», вызвавший неподдельный интерес со стороны присутствовавших специалистов из разных сегментов рынка возобновляемых источников энергии.

О географии и рациональном использовании возобновляемых источников энергии рассказал собравшимся заведующий лабораторией ВИЭ, д.т.н., профессор МГУ им. М.В. Ломоносова, академик РИА А.А. Соловьёв. Последующие сообщения были посвящены использованию геотермальной энергии. Генеральный директор, д.т.н., профессор ООО «Энерготехнологии-Сервис» В.А. Бутузов (город Краснодар) сделал в своём докладе исторический экскурс, посвящённый научным и инженерным школам геотермального теплоснабжения СССР и России, а д.т.н. профессор Г.В. Томаров, генеральный директор компании ООО «Геотерм-М», рассказал о геотермальных комбинированных электростанциях.

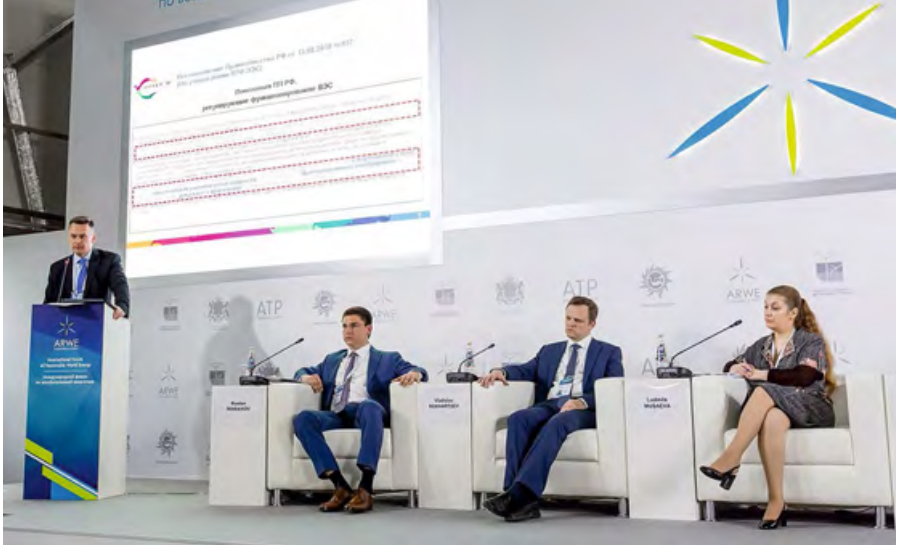
Продолжением начатой темы использования геотермальных источников энергии стал доклад профессора, главного научного сотрудника Горного института УрО РАН (город Пермь), д.т.н., академика МИА, генерального директора Ассоциации энергетиков Западного Урала Д.Г. Закирова «Проблемы и пути использования геотермальной энергии при добыче полезных ископаемых».

Вопрос перспектив малой гидроэнергетики в Российской Федерации осветил генеральный директор МНТО «ИНСЭТ», к.т.н. Я.И. Бляшко.

Благодаря выступлению генерального директора АНО «Атмограф» д.т.н., члена-корреспондента РИА В.Г. Николаева, специалисты составили понятие о климате российской Арктики, как факторе снижения технико-экономической эффективности использования ветроэнергетических установок. В продолжение темы ветроэнергетики старший научный сотрудник ФГУП ЦАГИ, генеральный директор НИЦ «Виндэк», к.т.н., академик РИА С.В. Грибков показал профессионалам нюансы применения гидропривода в вертикально-осевых и горизонтально-осевых ветроэнергетических установках для согласования частот вращения ветроколеса и генератора.

С интересным сообщением «Высокоэнергоёмкое топливо из возобновляемого сырья для котельного оборудования и газификаторов» выступила д.х.н., профессор В.В. Мясоедова, эксперт РАН, главный научный сотрудник Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова РАН (ФИЦ ХФ РАН).

Представленный перечень является далеко не полным списком докладов, заслуживающих внимания отраслевого сообщества. Полный иллюстрированный обзор Ежегодной научно-практической конференции «Возобновляемая и малая энергетика 2019. Энергосбережение. Автономные системы энергоснабжения стационарных и подвижных объектов» читайте в ближайших номерах нашего журнала С.О.К.



Нормативная модель поддержки отрасли ВИЭ: совершенствование механизмов и инструментов

Генеральный директор компании АО «НТЦ ЕЭС» (московское отделение) Денис ЯРОШ показывает последовательность ключевых событий в отраслевом нормативном регулировании, в том числе повлиявших на становление и развитие производства и потребления электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии, а также рассказывает о планах использования ВИЭ и необходимости разработки и внедрения дополнительных мер поддержки.

В мае в Ульяновске прошёл Второй Международный форум по возобновляемой энергетике All Renewable World Energy — ARWE-2019. Одним из ключевых событий в рамках Форума стала «строительная сессия», на которой участники обсудили актуальный опыт проектирования и строительства ветропарков, а также возможности применения для этих целей отечественных ресурсов.

Участники Форума также обсудили вопросы совершенствования отраслевой нормативной правовой базы, в том числе регулирующей вопросы функционирования ветровых электростанций в составе ЕЭС России. Выступая перед участниками дискуссии, генеральный директор АО «НТЦ ЕЭС» (московское отделение) Денис Ярош напомнил, что до начала реформы электроэнергетики технологическое функционирование отрасли обеспечивалось актами, принятыми РАО «ЕЭС России» и положениями стандартов, которые не имели обязательного характера применения. Оставленное «наследство» остро нуждалось в пересмотре.

Восстановить последовательность ключевых событий в отраслевом нормативном регулировании, в том числе повлиявших на становление и развитие производства и потребления электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии, а также узнать о планах использования ВИЭ и необходимости разработки и внедрения дополнительных мер поддержки, читатели могут из ответов Дениса Яроша.

За последние десять лет в рамках процесса актуализации нормативной базы, регулирующей вопросы технологической деятельности в электроэнергетике, проделана огромная работа. Какие, с вашей точки зрения ключевые моменты, в том числе в отношении становления и развития ВИЭ, можно выделить?

Д.Я.: Прежде всего необходимо сказать о большой работе Минэнерго России по нормативному регулированию технологической деятельности в электроэнергетике. Я сейчас говорю не просто о разработке и утверждении нормативных правовых актов, регулирующих различные направления в электроэнергетике. Речь идёт о тех актах Правительства Российской Федерации и Минэнерго России, которые являются ключевыми для перехода от механизмов регулирования технологического функционирования отрасли на уровне документов стандартизации и директивных указаний к системе обязательных требований, то есть установленных на уровне нормативных правовых документов.

Материал подготовлен на основе информации московского отделения АО «НТЦ ЕЭС».

Не ошибусь, если скажу, что официальной датой начала такой работы можно считать март 2011 года, когда по результатам заседания Президиума Госсовета РФ Президент России дал поручение разработать и внести в законодательство изменения, направленные на установление технологических правил работы электроэнергетических систем и входящих в их состав объектов и энергопринимающих устройств. В целях исполнения указанного поручения, в том же 2011 году Правительство Российской Федерации было наделено полномочиями по разработке и принятию Правил технологического функционирования электроэнергетических систем (ПТФ ЭЭС).

При этом и Правительство РФ, и Минэнерго России, и отраслевое сообщество понимали, что для формирования нормативно-технической базы, позволяющей сделать реализацию положений Федерального закона «Об электроэнергетике» максимально эффективной, принятие только одних ПТФ ЭЭС будет недостаточно, так как для решения вопроса перехода к установлению обязательных требований необходим комплексный подход.

Поэтому в 2011 году Минэнерго России приступило к разработке соответствующего документа. В результате, 23 июня 2016 года, был принят Федеральный закон №196-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон “Об электроэнергетике”…», который позволил Правительству РФ наделять федеральные органы исполнительной власти (в частности, Минэнерго России) полномочиями по утверждению нормативных правовых актов, устанавливающими требования к обеспечению надёжности электроэнергетических систем, надёжности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих устройств, функционирующих в их составе.

В сентябре 2015 года был принят Федеральный закон от 29 июня 2015 года №162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации», позволивший применять национальные стандарты во взаимосвязи с нормативными правовыми актами в электроэнергетике путём применения отсылочных норм на соответствующие необязательные требования.

Принятие в августе 2018 года Правил технологического функционирования электроэнергетических систем было логичным продолжением работы Минэнерго России, которое позволило значительно ускорить процесс актуализации нормативно-технических документов отрасли. Отмечу, что реализация такого комплексного подхода уже даёт свои положительные результаты. С августа 2018 года по настоящий момент Минэнерго России были утверждены или актуализированы порядка 15 нормативных актов, в том числе: Методические указания по устойчивости энергосистем, утверждённые приказом Минэнерго России от 3 августа 2018 года №630; Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем и объектов электроэнергетики, утверждённые приказом Минэнерго России от 12 июля 2018 года №548; Правила переключений в электроустановках, утверждённые приказом Минэнерго России от 13 сентября 2018 года №757.

Что касается ВИЭ, то для объектов электроэнергетики, функционирующих на основе ВИЭ, указанные изменения имеют важное значение. Такие объекты по своей сути являются объектами по производству электрической энергии, они так же, как и другие генерирующие объекты, функционируют в составе энергосистемы и, соответственно, оказывают влияние на её технологический режим работы. Это означает, что к генерирующим объектам ВИЭ должны применяться все обязательные требования, которые применяются к «обычным» электрическим станциям.

Очень важно, что на этом работа по заполнению существующего пробела нормативного регулирования не закончится. К разработке и утверждению планируется целый ряд знаковых для отрасли правил и требований, в том числе: методические указания по проектированию развития энергосистем; правила ввода объектов электроэнергетики, их оборудования и устройств в работу в составе энергосистемы; правила разработки и согласования схем выдачи мощности объектов по производству электрической энергии и схем внешнего электроснабжения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии.

Утверждение в 2018 году ПТФ ЭЭС — важный рывок в нормативном регулировании технологической деятельности. Какие ключевые принципы и требования к работе энергосистемы содержатся в Правилах?

Д.Я.: Принятые Правила технологического функционирования электроэнергетических систем — это нормативный правовой документ комплексного характера, который устанавливает технологические основы надёжного функционирования и развития ЕЭС России и технологически изолированных энергосистем. В ПТФ ЭЭС системно и в полном объёме сформулированы правила технологического функционирования электроэнергетической системы как единого технологического комплекса.

Они включают в себя описание структуры и характеристик ЕЭС России, электроэнергетических режимов, требований к устойчивости, надёжности и живучести энергосистемы, релейной защите и автоматике, а также информационно-технологической инфраструктуре.

ПТФ ЭЭС включает в себя описание структуры и характеристик ЕЭС России, электроэнергетических режимов, требований к устойчивости, надёжности и живучести энергосистемы, релейной защите и автоматике, информационно-технологической инфраструктуре:

- интегрирует требования к процессам технологического управления энергосистемой, объектам электроэнергетики и основному оборудованию с учётом развития рыночных отношений и принципиальных изменений в структуре энергетической отрасли;
- определяет минимально необходимые технические требования, принципы и условия совместной работы объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок потребителей в составе энергосистемы;
- определяет «границы допустимого» и «пределы возможного» для линий электропередачи, оборудования, устройств, в целом электростанций и подстанций в части тех аспектов их работы, которые значимы для нормального функционирования энергосистемы.

Важным моментом является то, что в ПТФ ЭЭС впервые закреплено требование о необходимости обеспечения характеристик и параметров объектов электроэнергетики и энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, обеспечивающих их функционирование в составе ЕЭС России ещё на стадии проектирования (это касается и генерирующих объектов ВИЭ).

Все нормы Правил разработаны с учётом сложившейся практики ликвидации крупных аварий, анализа и опыта функционирования ЕЭС России, а также изменений в принципах взаимодействия субъектов электроэнергетики в последнее десятилетие.

Специалисты московского отделения НТЦ ЕЭС принимали активное участие в разработке Национального стандарта «Электроэнергетика. Распределённая генерация. Технические требования к объектам генерации на базе ветроэнергетических установок». Расскажите о прикладном значении этого документа, и как он влияет на развитие ветроэнергоиндустрии.

Д.Я.: Проект национального стандарта обобщает существующие требования к работе ветряных электроустановок мощностью пять мегаватт и более в составе ЕЭС России и изолированных энергосистем. Он учитывает технологические особенности современного оборудования ветровых электростанций и ветроустановок, а также направлен на обеспечение их надёжного функционирования в составе энергосистемы. Таким образом, принятие стандарта направлено также на синхронизацию требований и правил функционирования электроэнергетических систем с возможностями ветроэнергетических установок.

Учитывая высокий уровень профессиональной компетенции сотрудников московского отделения НТЦ ЕЭС, какие услуги ваша компания может предложить на рынке ВИЭ?

Д.Я.: В первую очередь, это разработка схем выдачи мощности. За последние полтора-два года мы смогли предложить рынку инструмент выбора решения по определению оптимальной мощности ветропарка с учётом возможностей существующей электросетевой инфраструктуры. Такой подход позволил достичь существенной экономии капитальных затрат. Кроме того, мы видим растущую потребность в определении взаимного влияния групп ветряных электростанций, расположенных в границах одной или нескольких смежных энергосистем, определении особенностей их совместной работы. Практический интерес представляет деятельность по исследованию фактических данных о работе уже введённых ВЭС на территории страны и анализу соответствия введённым нормативным требованиям. В результате могут быть предложены дополнения и уточнения в Национальный стандарт.

Какие следующие шаги в процессе совершенствования нормативной модели поддержки отрасли ВИЭ вы видите?

Д.Я.: Прежде всего нужно определить цели такого совершенствования, с учётом уже реализованных в действующем законодательстве механизмов, поддержку функционирования отрасли ВИЭ. С моей точки зрения, по прежнему актуальными остаются такие цели, как обеспечение надёжного функционирования электроэнергетических систем, альтернативное электроснабжение удалённых (изолированных) территорий, энергетическая утилизация отходов, выравнивание нормативного регулирования экономической модели сегмента ВИЭ и его синхронизация с нормативным регулированием аналогичных вопросов в отношении традиционных источников энергии.

Считаю, что для развития института ВИЭ в России и достижения поставленных целей необходимо на законодательном уровне предусматривать такие механизмы и инструменты нормативного регулирования, которые сделают проекты микро- и малой генерации, функционирующей на основе ВИЭ, на розничном рынке более привлекательными, чем в настоящее время.

Кондиционеры и энергопотребление: проблема XXI века

Системы кондиционирования воздуха сыграло большую роль в обеспечении человеческого комфорта, позволяя людям в жаркую погоду сконцентрироваться на своей работе и хорошо выспаться ночью. И революционный процесс кондиционирования домов и офисов ещё только начинается. Например, около половины китайских семей имеют кондиционер, но из 1,6 млрд человек, живущих в Индии и Индонезии, только 88 млн имеют доступ к искусственной прохладе в домашних условиях, отмечает Bloomberg New Energy Finance в своём недавнем отчёте. Но где взять столько электроэнергии, потребной для работы систем кондиционирования в будущем, и как её выработка повлияет на климат нашей планеты?

По материалам Bloomberg New Energy Finance и renewableenergyworld.com.

Человеческое счастье от возможности пользоваться охлаждённым воздухом в своих домах и офисах неоспоримо. По данным International Energy Agency, из-за сочетания роста населения, увеличения доходов, падения цен на оборудование и тенденции к урбанизации число установленных в мире блоков кондиционирования воздуха вырастет с теперешних 1,6 млрд до 5,6 млрд единиц к середине XXI века. Это хорошая новость для всех мировых производителей систем охлаждения воздуха — спрос на их продукцию будет только расти. Впереди высокие и стабильные прибыли, даже с учётом возможного замедления роста мировой экономики. Есть только одна проблема: как сопутствующий дополнительный спрос на электроэнергию будет влиять на климат?

Выбросы углекислого газа в 2018 году выросли ещё на 2% — это самый быстрый темп за семь лет. Это вызывает обеспокоенность, учитывая то, что мы знаем о складывающейся чрезвычайной климатической ситуации. Но непосредственная причина такого скачка особенно тревожна: экстремальная погода привела к увеличению спроса на кондиционирование воздуха и отопление в 2018 году, поясняют специалисты компании BP Plc в своём ежегодном обзоре энергетического сектора.

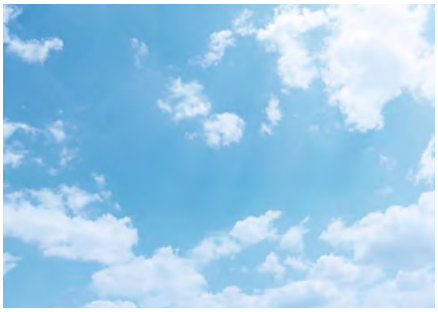
Нетрудно представить себе порочный круг, в котором более жаркая погода порождает всё больший спрос на кондиционеры и, следовательно, ещё бóльшую потребность в энергии. Это, в свою очередь, означает больше выбросов и даже более высокие температуры. Данная петля «положительной обратной связи» существует и на местных, локальных уровнях. Кондиционеры направляют тепло наружу, усиливая эффект «городского острова тепла», который делает города теплее, чем сельская местность. Bloomberg New Energy Finance ожидает, что к 2050 году спрос на электроэнергию для бытовых и коммерческих систем кондиционирования воздуха вырастет более чем на 140%, что сопоставимо с увеличением потребления электроэнергии в Европейском союзе. К середине XXI века кондиционирование воздуха будет составлять 12,7% спроса на электроэнергию, по сравнению с почти 9% в настоящее время.

К счастью, бóльшая часть этой дополнительной потребности в электроэнергии будет удовлетворяться ВИЭ, и прежде всего Солнцем (потребность в охлаждении наиболее высока в дневное время). Но температуры не всегда возвращаются к комфортным уровням, когда Солнце заходит, поэтому часть необходимого электричества неминуемо будет вырабатываться за счёт сжигания углеводородов.

Жилые здания долгое время оставались «слепой зоной» в обсуждении климатических проблем, хотя на их долю приходится около 20% мирового потребления энергии. Неэффективность систем кондиционирования воздуха или плохо спроектированных домов и офисов

Потребление систем кондиционирования в мире будет только увеличиваться. И это хорошая новость для производителей. Но где взять столько электрической энергии?

совсем не так заметна, как, например, автомобилей или самолётов, и пока не заставляет людей исправлять ситуацию. Строительство пресловутых «пассивных» домов — пока что самый авангард прогресса в энергосбережении и в силу этого мало распространено. Остаётся, как всегда, надеяться на учёных и инженеров, которые должны что-то придумать, чтобы человечество не расставалось с прохладой в своих домах. Или же рассчитывать на другие факторы, которые смогут стабилизировать климат Земли в ближайшее столетие, например, на спад солнечной активности.



Можно, впрочем, извлечь некоторые уроки из мира освещения. Революция светодиодов стимулировалась инновациями, а также улучшенной маркировкой энергоэффективности на продуктах и прекращением использования устаревших технологий. Нечто подобное должно произойти с кондиционером. В январе этого года вступила в силу Кигалийская поправка к Монреальскому протоколу, связанная с ограничением использования гидрофторуглеродов (ГФУ), которые широко используются в системах кондиционирования воздуха. Если не найти ГФУ замену, их воздействие может привести к дополнительному потеплению на 0,4 °C к концу столетия, добавив человечеству труднопредсказуемых проблем с климатом.

Стоит отметить, что администрация президента Дональда Трампа ещё не представила «Кигали» в Сенат США для ратификации, хотя американские производители выиграли бы от спроса на новые технологии, которые она породит. В современном мире очень многое зависит от позиции Соединённых Штатов по самым разным вопросам, включая энергосбережение и борьбу с угрозой изменения климата. Американскому президенту стоит поторопиться. Ему как страстному любителю гольфа следует вспомнить, что можно кондиционировать лунку на поле для гольфа, но не само поле. А на этом поле скоро станет очень жарко.

Энергосбережение в жилых многоквартирных домах

Человечество в результате второй научно-технической революции в XX веке начало задумываться об энергосбережении и экологических последствиях своей деятельности [1]. В связи с сокращением невозобновляемых энергетических ресурсов (природный газ, нефть, уголь) правительства ведущих стран мира пришли к выводу, что нужно сокращать потребление энергии. В этот момент и появился термин «энергосбережение».

В постиндустриальных странах, где главенствует третичный сектор экономики (сфера услуг), в термин «энергосбережение» включают и рациональное сокращение экономических затрат при применении энергосберегающих технологий.

В России энергосбережение уже отнесено к стратегическим задачам государства и одновременно оно также является основным методом обеспечения энергетической безопасности [2]. Впервые данные задачи были озвучены на заседании комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России 18 июня 2009 года, а утверждены указом Президента РФ от 7 июля 2011 года №899 «Приоритетные направления развития науки, технологий и техники».

Для составления списка энергосберегающих мероприятий проектировщик обязан знать назначение здания и распределение энергопотребления по инженерным системам. На данный момент как в России, так и в мире нет единой точной методики для подсчёта энергопотребления здания.

В СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003» предпринята попытка подсчёта потребления тепловой энергии зданий и сооружений, но в данном документе рассмотрены только системы вентиляции и отопления.

Ведущими учёными, которые занимались методикой расчёта теплопотребления инженерных систем в России, являются: выпускник МВТУ им. Н.Э. Баумана, профессор кафедры отопления и вентиляции МИСИ В.М. Чаплин [3]; д.э.н. Л.Д. Богуславский; к.т.н. В.И. Ливчак [4]; д.т.н., профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции В.И. Прохоров [5, 6].

В России энергосбережение уже отнесено к стратегическим задачам государства и одновременно оно также является основным методом обеспечения энергетической безопасности. Впервые данные задачи были озвучены на заседании комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России 18 июня 2009 года

Рецензия эксперта на статью получена 27.05.2019 [Expert review on the article received May 27, 2019].

УДК 697.11. Научная специальность: 05.23.03.

Энергосбережение в жилых многоквартирных домах

Ольга А. Гнездилова, к.т.н., доцент; **Мухаммет А. Разаков**, аспирант; **Рио-Рита В. Чернова**, студент магистратуры, кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция» (ТГВ), Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

В статье произведён анализ применения энергосберегающих мероприятий в зданиях жилого фонда в России. Приведены данные проектного теплового потребления инженерных систем жилого многоквартирного дома в Москве. Представлены данные по исследованиям расчёта корректного энергопотребления здания. Особое место в работе уделено кратким техническим характеристикам теплоизоляционных материалов. Статья будет полезна как для высококвалифицированных специалистов, так и для студентов в области теплогазоснабжения и вентиляции.

Ключевые слова: *энергосбережение, жилые здания, инженерные системы, теплопотребление здания, теплоизоляционные материалы.*

UDC 697.11. Number of scientific specialty: 05.23.03.

Energy saving technologies in residential apartment buildings

Olga A. Gnezdilova, PhD, Associate Professor; **Muhammet A. Razakov**, postgraduate student; **Rio-Rita V. Chernova**, master's student, the Department of the Heat and Gas Supply and Ventilation, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

The article analyzes the use of energy-saving measures in residential buildings in Russia. The data of the project heat consumption of engineering systems of a residential apartment building in Moscow are given. The data on the studies of the calculation of the correct energy consumption of the building are presented. A special place in the work is given to brief technical characteristics of thermal insulation materials. The article will be useful both for highly qualified specialists and for students in the field of heat and gas supply and ventilation.

Key words: *energy saving technologies, residential buildings, engineering systems, building heat consumption, heat insulation materials.*

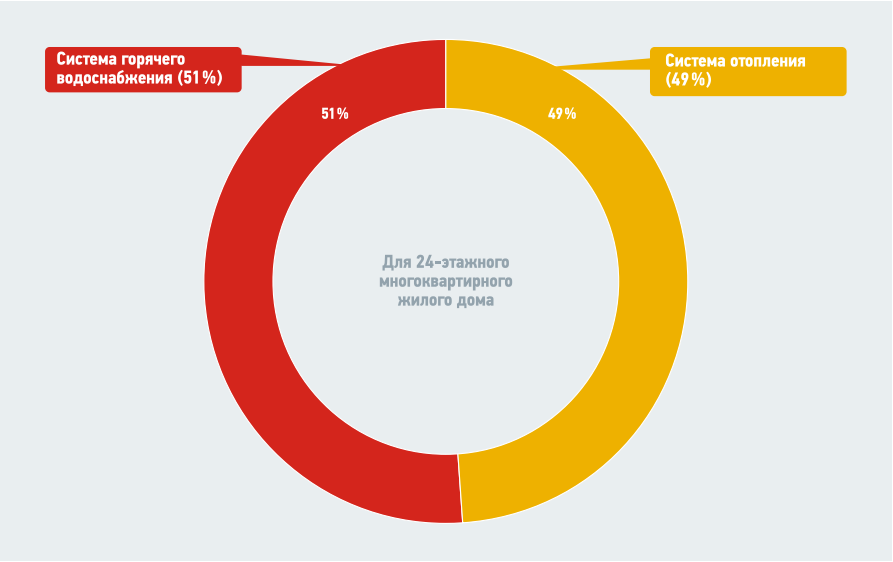


Рис. 1. Распределение годового потребления тепловой энергии в 24-этажном жилом доме

Результатами их работы стало появление термина «удельная тепловая характеристика здания», его применение при расчёте годового энергопотребления инженерными системами и расчёт экономических затрат при проектировании, эксплуатации и реконструкции систем теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха в здании.

В нашей стране после определённых исторических событий в большинстве жилых многоквартирных домах применяется естественная система вентиляции воздуха [7]. Лишь некоторые зарубежные проектные организации, ведущие работу в Российской Федерации, конструируют механическую приточно-вытяжную систему вентиляции и кондиционирования воздуха в жилых зданиях. Количество таких домов не очень велико. В старых жилых домах устанавливают только системы кондиционирования воздуха.

Доли энергопотребления различными инженерными системами в жилых домах распределяются лишь между системами горячего водоснабжения (ГВС) и системой отопления (СО). По исследованиям М.А. Разакова [8], в среднем многоквартирном доме в Московском регионе на долю горячего водоснабжения приходится около 51 % потребляемой тепловой энергии, а на систему отопления — 49 %.

На рис. 1 приведена диаграмма годового потребления тепловой энергии усреднённого многоквартирного жилого дома. Одним из определяющих факторов является количество проживающих людей, а также объём здания.

Следует учитывать, что система горячего водоснабжения функционирует в течение всего года, а система отопления — лишь в период отопительного сезона.

Для увеличения коэффициента сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий различного назначения и инженерных систем внутри зданий применяется дополнительное утепление существующих конструкций. По данным Л.Д. Богуславского и В.И. Ливчака [4], экономически обоснованное увеличение толщины утеплителя для любых конструкций составляет 20–25 % от первоначальной. При массовом утеплении жилых домов в период с 2014 по 2018 годы эта величина могла иметь различные значения.

Основными материалами-утеплителями, применяемыми для жилых домов и зданий различного назначения на тот период, являлись минераловатные материалы, материалы из стекловаты, плиты из экструдированного пенополистирола, вспененный полиэтилен, краски и штукатурки. Ниже приведены некоторые характеристики данных теплоизоляционных материалов.

1. Минераловатные материалы — это теплоизоляционные материалы, которые изготовлены из камня и шлаков. Они представляют собой вату, сырьём для которой служат базальтовые породы, известняк, доломит и прочие. Шлаковату производят из отработки изделий цветной и чёрной металлургии. Данные материалы обладают рядом неоспоримых качеств — высокие тепло- и звукоизоляционные качества, устойчивость к воздействию влаги, тепла, жидкостей. Они негорючие, лёгкие, экологичные. Их монтаж довольно прост, поскольку они легко поддаются изменению формы и размера. Материалы на их основе используются в противопожарных системах. Они применяются при утеплении как внутренних, так и внешних стен.

2. Материалы для теплоизоляции из стекловаты имеют схожие свойства с минераловатными изделиями. Из-за того, что волокна стекла более длинные и толстые, стекловата более упругая и прочная, она легко поддаётся деформации и принимает практичные формы. Данный вид изоляции также обладает высокими звукоизоляционными свойствами. Изделия из стекловолокна не подвержены влиянию агрессивных сред, химических веществ и микроорганизмов, поэтому срок их службы практически не ограничен. Стекловата также негорючая. Она хорошо подойдёт для внутреннего утепления любых конструкций, например, в зданиях культурного наследия [9].

Фото: Наталья Феоктистова, «Вечерняя Москва»

3. Ещё одним теплоизоляционным материалом являлся экструдированный пенополистирол. Плиты из пенополистирола обладают низкой теплопроводностью и довольно высокой плотностью. Данный факт позволяет применять его не только в качестве утеплителя, но и как конструктивный материал, из которого могут быть составлены часть стены или потолка. Пенополистирол также обладает низкой гигроскопичностью, то есть не впитывает влагу. Он трудновоспламеняем и обладает хорошими звукоизоляционными качествами.

4. Вспененный полиэтилен использовался в качестве теплоизоляции, гидроизоляции и звукоизоляции зданий и сооружений. Продукция выпускается в виде рулонов, матов, жгутов и полых труб стандартных толщин и диаметров. Изоляция для труб, например, представляет собой оболочки с продольным разрезом, которые одеваются поверх труб и склеиваются специальным скотчем, клеем или соединяются скобами. Они легко режутся, поэтому с помощью специальных шаблонов можно, не имея специальных навыков, сделать изоляцию на колена, вентили, ответвления. Материал имеет закрытую структуру ячеек: водопоглощение — менее 0,8 % после семи суток нахождения в воде.

В последние годы все энергоэффективные технологии для жилого сектора объединяются в идее «пассивного» дома, то есть здания, имеющего крайне низкое потребление энергии и максимально использующего окружающую среду (энергию ветра, солнечную инсоляцию, теплоту грунта)

Вспененный полиэтилен обладает химической стойкостью к маслам, строительным материалам, биологически не разлагается. Диапазон рабочих температур данной изоляции составляет –50…+90 °С, срок службы достигает 25 лет. Использование материалов на вспененной основе даёт комплексную защиту инженерных сетей. В системах ГВС с температурой носителя до 90 °С хорошо зарекомендовала себя изоляция на основе вспененного полиэтилена. При температуре носителя свыше 90 °С необходимо использовать изоляцию на основе вспененного каучука, поскольку полиэтилен не способен долго выдерживать такие температурные режимы без потери свойств. В системах ХВС основной проблемой является защита труб от конденсата. В них применяется каучуковая изоляция, но с экономической точки зрения удобнее использовать изоляцию из пенополиэтилена с фольгированным слоем (фольга служит отличным «паробарьером»). Для изоляции трубопроводов и воздуховодов систем кондиционирования применяется вспененный каучук или отражающая изоляция. Установка этих материалов позволяет повысить эффективность системы, увеличить её долговечность и снизить уровень шума.

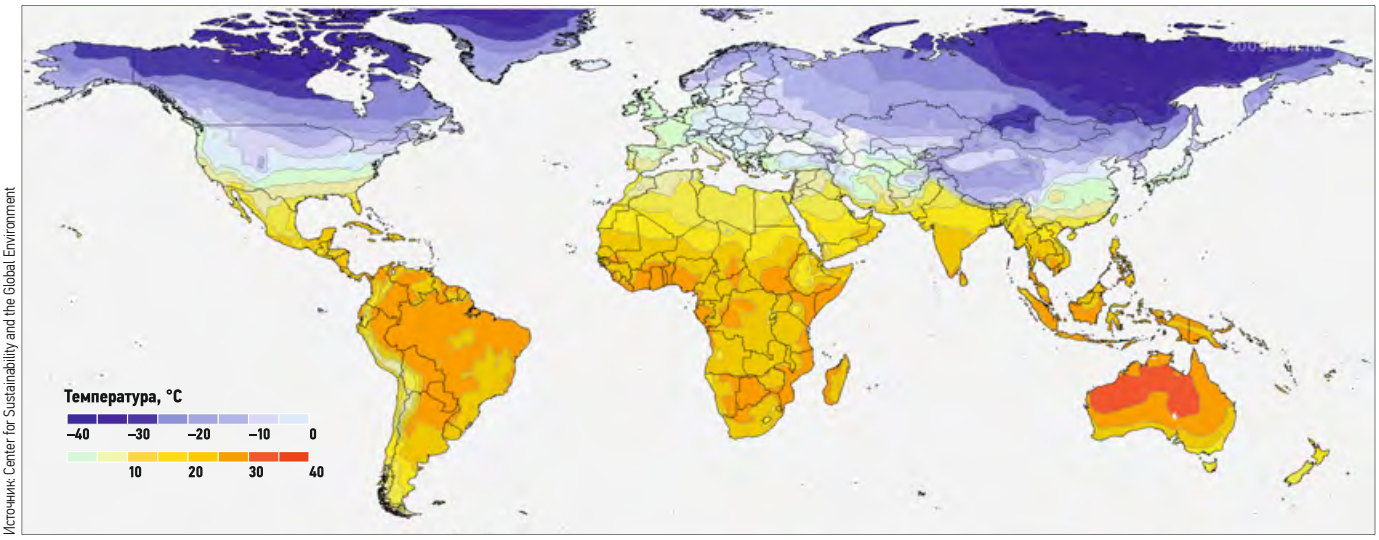
5. Краски. Требования к окрашиваемой поверхности минимальны: она должна быть очищенной от грязи, жира и ржавчины и иметь температуру от +7 до +150 °С. Допустимый диапазон температур при эксплуатации самой энергосберегающей краски составляет –47…+260 °С. Для нанесения краски на окрашиваемую поверхность можно использовать как обычный распылитель, так и малярную кисть или валик. Наиболее частые области применения энергосберегающих красок: системы кондиционирования воздуха, крыши зданий, водонагреватели, трубопроводы для горячей воды, теплообменники и т.д.

6. Штукатурки. Для утепления стен дома помимо пенополистирольных плит и стекловолокна применяют изоляционные материалы нового поколения — энергосберегающие штукатурки, которые не только выравнивают стены, но и утепляют их. Роль утеплителя в данном случае играет теплоизоляционный наполнитель. В качестве него чаще всего используют вспененный пенополистирол или вспученные перлит и вермикулит в виде гранул.

Теплоизоляция — это лишь одна из позиций в обширном списке свойств данных отделочных материалов. Использование энергосберегающих штукатурок позволяет сэкономить трижды. Первый раз — при отделке стен, исключив из этого процесса монтаж и покупку утеплителя, второй раз — при эксплуатации здания, сократив расходы на энергоносители, третий раз — на отделочных материалах. Изоляционные материалы нового поколения также характеризуются длительным сроком эксплуатации.

Кроме того, высокая паропропускная способность современных энергосберегающих штукатурок позволяет избежать промерзания стен и предохраняет их от увлажнения, что значительно снижает риск поражения стен грибком и плесенью, деформации от температурных колебаний, коррозии железобетонных конструкций, а создание монолитного контура теплоизоляции не допускает образования мостиков холода. Энергосберегающие штукатурки подходят как для внутренней, так и для внешней теплоизоляции стен домов. Их применение также возможно в жилых домах с длительным сроком эксплуатации [10].

В последние годы все энергоэффективные технологии для жилого сектора объединяются в идее «пассивного» дома [11, 12] — здания, имеющего крайне низкое потребление энергии и максимально использующего окружающую среду (энергию ветра, солнечную инсоляцию, теплоту грунта). В европейских странах строятся «пассивные» дома с энергопотреблением не более 15 кВт·ч/(м^2·год). Они представляют собой некий стандарт энергоэффективности в строительстве, который позволяет поддерживать комфортность проживания при нанесении минимального вреда окружающей среде. «Пассивный» дом потребляет так мало тепловой энергии, что отпадает необходимость в установке отдельной отопительной системы, или её мощность и размеры настолько невелики, что достаточно использовать низкопотенциальные источники тепловой энергии. Внешний вид одного из таких домов представлен на рис. 2.



Источник: Center for Sustainability and the Global Environment

Рис. 3. Среднемесячные температуры января на планете (данные из «Атласа биосферы» Висконсинского университета в Мэдисоне, США)

При планировании такого дома надо учитывать климат региона строительства. На рис. 3 изображены зоны со средними температурами января на территориях всех стран Земли. Из рис. 3 следует, что в России существуют зоны с температурой –20 °С и ниже [13, 14], в то время как европейские страны расположены в зонах до –10 °С и выше. В России «пассивное» строительство со 100 %-й уверенностью может применяться только на юге страны, в остальных регионах нужны дополнительные исследования.

Выводы

Первым несомненным побудительным мотивом к снижению энергопотребления является указ Президента РФ, но вторым фактором, не менее важным, служит изменение норм при проектировании тепловой защиты. В 2014 году был введён СП 50.13330.2012 «Тепловая защита здания» вместо СНиП 23-02–2003, в котором резко были увеличены значения термического сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Они были приближены к мировым и европейским стандартам проектирования. К сожалению, из-за недопонимания особенностей распределения тепловой энергии в России и других странах между инженерными системами были резко повышены значения величин, имеющих отношение к тепловой защите зданий. Проблему нельзя было рассматривать с позиции только одной инженерной системы.

В западных странах в жилых домах часто устанавливают механическую приточно-вытяжную или гибридную систему вентиляции и кондиционирования воздуха. В нашей же стране подавляющее количество жилых зданий имеет естественную систему вентиляции. В дальнейшем была произведена борьба с основным источником потерь теплоты в ограждающих конструкциях — окнами. Это, в свою очередь, привело к различным аварийным ситуациям и даже взрывам газа. Проблема в том, что пластиковые окна имеют меньшую воздухопроницаемость, чем деревянные, что приводит к сокращению кратности воздухообмена. ●

Рис. 2. Внешний вид пассивного дома в странах Европейского союза

1. Гусейнова Ж.О. Научно-техническая революция и проблемы окружающей среды // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Общественные науки, 2010. №6. С. 22–26.
2. Самарин О.Д., Бызов Н.И., Лушин К.И. Технико-экономическое обоснование энергосбережения в общественных зданиях за счёт теплоутилизации в системах вентиляции // Журнал С.О.К., 2018. №1. С. 100–102.
3. Прохоров В.И. Эксплуатационные затраты тепловой энергии // Журнал С.О.К., 2012. №11. С. 54–57.
4. Богуславский Л.Д., Ливчак В.И. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. — М.: Стройиздат, 1990. 621 с.
5. Prokhorov V.I. Calculation method of heat consumption for buildings life support systems. Proc. of the XXI International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering "Construction — The Formation of Living Environment" (FORM 2018). April 25–27, 2018. Moscow. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. June 2018. Vol. 365. Pp. 22–23.
6. Прохоров В.И. Границы рассмотрения в задачах теплозащиты и теплосбережения зданий // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Серия: Политематическая, 2014. №2. С. 17.
7. Разаков М.А., Чернова Р.В. Новый способ обследования систем естественной вентиляции / В сб.: Технологии в инженерно-экологическом строительстве, механизации и жилищно-коммунальном комплексе. Мат. внутривузовской науч.-техн. конф. НИУ МГСУ. — М.: Изд-во МГСУ. 2017. С. 353–356.
8. Прохоров В.И., Разаков М.А. Энергопотребление жизнеобеспечивающих систем зданий, рассчитанное по двум методам // Промышленное и гражданское строительство, 2016. №12. С. 97–100.
9. Разаков М.А., Рудакова Е.В., Рябев Г.А. Результаты применения энергосберегающих мероприятий в «доходных домах» Санкт-Петербурга // Журнал С.О.К., 2019. №2. С. 90–92.
10. Разаков М.А., Баранова Т.Н. Применение энергосберегающих мероприятий в жилых малоэтажных домах с длительным периодом эксплуатации // Журнал С.О.К., 2018. №12. С. 84–87.
11. Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчётов вентиляции и кондиционирования воздуха. — М.: Высшая школа, 1962. 356 с.
12. Вольфганг Файст. Основные положения по проектированию «пассивных» домов. Пер. с нем. с доп. под ред. А.Е. Елохова. — М.: Изд-во АСВ, 2008. 144 с.
13. Гагарин В.Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы, 2010. №3. С. 8–16.
14. Разаков М.А. Сравнение потребления энергоресурсов и показателя энергоёмкости для «северных» стран мира / В сб.: Дни студенческой науки. Мат. науч.-техн. конф. по итогам науч.-исслед. работ студентов ИИЭСМ. — М.: Изд-во МГСУ, 2017. С. 368–371.

References — see page 95.

Энергетика «умного города»: эффективность закладывается на старте

Президент России 12 февраля 2019 года на заседании Госсовета в Казани заявил о необходимости облегчить адаптацию жилищного рынка к новым правилам игры, подтвердив при этом курс на переход к более прозрачным и безопасным механизмам покупки комфортного и доступного жилья, а также модернизацию отрасли в целом.

Целевая модель

Реализовать продекларированное Президентом РФ можно только при грамотном построении одного из национальных проектов — «Цифровая экономика». Этим нацпроектом объединяется подавляющее количество других — это и «Жильё и городская среда», и «Экология», и «Здравоохранение», и «Образование», и «Наука», и «Малый бизнес», и «Магистральная инфраструктура».

Но, к примеру, «Цифровой экономикой» предполагается движение к «Умным городам». При этом на подпрограмму «Внедрение систем интеллектуального учёта коммунальных ресурсов» проекта «Умный город» положен срок пять-шесть лет с момента запуска. Мы в очередной раз пытаемся решить одну проблему, не понимая системных проблем.

Не так давно на всероссийском совещании по энергосбережению, прошедшем в городе Санкт-Петербурге, главный метролог Республики Беларусь — страны, обогнавшей Россию по технологиям энергосбережения лет на десять, — со слезами вопрошал *«вся Беларусь в приборах учёта, а баланса нет, что происходит?»* То есть мы пять лет будем устанавливать приборы учёта, а потом удивлённо спрашивать *«что происходит?»*

Можно ли внедрять системы без системного подхода? И что это за «Цифра», как не математическая модель какого-либо процесса или регламента? Но если нет регламента, какую экономику мы строим? Где модель, к которой мы стремимся?

Принципы энергетической инфраструктуры

Более десяти лет назад в Екатеринбурге стартовал крупнейший в Европе проект комплексного освоения территорий — район «Академический». Проект, как его тогда называли, «города будущего», спроектированный видным французским архитектурным бюро, предполагал размещение на этой территории более 300 тыс. жителей и должен был быть закончен к 2025 году. Сейчас в «Академическом» порядка 50 тыс. жителей, и когда он будет застроен, не может предсказать никто.

Недавно на всероссийском совещании по энергосбережению, проходящем в Санкт-Петербурге, главный метролог Республики Беларусь вопрошал *«вся Беларусь в приборах учёта, а баланса нет, что происходит?»*

Автор: Леонид АДАМ, доцент кафедры систем управления энергетикой и промышленными предприятиями ВШЭМ УрФУ, главный инженер проекта инженерной инфраструктуры планировочного района «Академический» 2007–2018 годов (город Екатеринбург). Материал подготовлен к публикации Марией СТЕПАНОВОЙ, главным редактором Информационного портала по энергосбережению Energoatlas.Ru.

Все фото — из фотогалереи района «Академический» на akademicheskiy.org.

Так что же удалось реализовать в районе, что с «городом будущего», или, как сейчас модно говорить, «умным городом»? И можно ли этот проект рассматривать как идеальную модель для новой «цифровой» экономики?

Очевидно, что инженерная инфраструктура проектов комплексного освоения территорий, рассчитанных на десятилетия, должна быть спроектирована и построена таким образом, чтобы через десятки лет технологии, заложенные на старте проекта, отвечали требованиям экологии, энергоэффективности будущего, а не существующим на данный момент стандартам.

Создание современных, ориентированных на перспективу систем энергоснабжения крупных городских районов, — задача чрезвычайно сложная, и рассмотрение вопросов энергообеспечения должно носить системный характер. Все главные параметры процессов энергоснабжения и водоснабжения должны рассматриваться и планироваться в тесной взаимосвязи — это и спрос на энергоресурсы, и ввод новых мощностей, и энергосбережение, и охрана окружающей среды, и т.д.

Опыт энергетической инфраструктуры «Академического»

Основной целью технической политики при разработке и реализации концепции энергоснабжения планировочного района «Академический» была не минимизация затрат на производство киловатт-часа электроэнергии и гигакалории тепла на энергоисточнике, поскольку это лишь одно звено всей системы. Целью было энергетическое обеспечение заданных результатов конечной деятельности: производства продукции, работ, услуг, создание заданного уровня бытового комфорта при минимальном загрязнении окружающей среды и максимально возможном коэффициенте использования топлива.

Такой подход обусловлен тем, что каждый объём первичной энергии может произвести разное количество продукции и услуг в зависимости от уровня эффективности его использования у конечного потребителя. Подчеркнём, что конечный потребитель является определяющим звеном — именно конечные потребители определяют свои потребности, и задача системного подхода — обеспечить эти потребности оптимально.

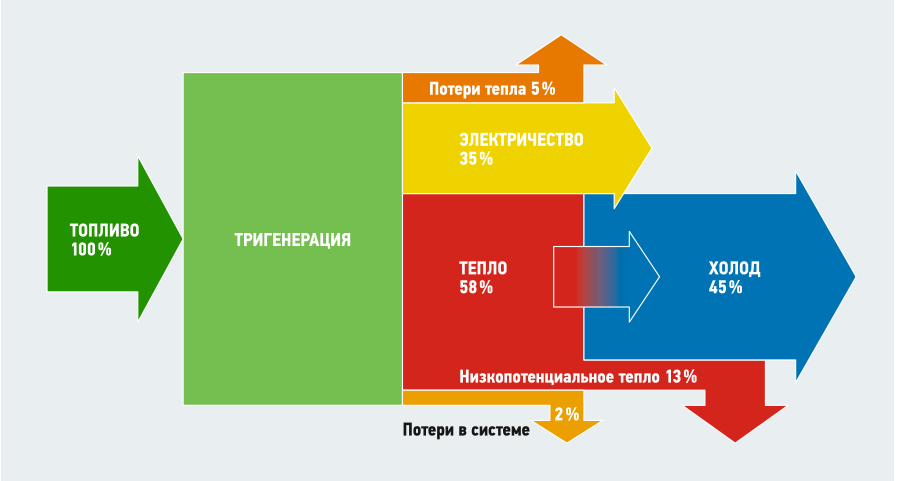


Рис. 1. Использование топлива при применении тригенерации

Схема на рис. 1 наглядно представляет описанные подходы, но также очевидно, что для решения должны быть скоординированы все звенья одной системы — процессы выработки, транспортировки и потребления энергоресурсов.

Для решения вышеуказанных мероприятий в районе была применена инновационная организационная модель «жизненного цикла» с условным названием «ПСУ 100 лет» — «Проектируем, Строим и Управляем 100 лет».

Предполагалось, что все строящиеся объекты будут рассматриваться с точки зрения «хозяина» (собственника квартиры, офиса, торгового центра и т.д.), и все процессы, от топлива до нагрева воды в здании, будут скоординированы. При этом ответственность за всё несла бы одна управляющая компания, и она решала все вопросы по улучшению жизни и проживания жителей и собственников зданий. Единая УК была создана, туда вошли все ресурсные компании (теплоснабжение, водоснабжение и водоотведение, электроснабжение, IT). Однако управление жилыми домами собственники в эту компанию не отдали, что и стало решающим фактором, почему идеальным «умным городом» «Академический» не стал — ввиду отсутствия системного подхода к управлению проектом и оторванности жителей района от этого управления.

Достижения

Была применена оригинальная инвестиционная модель по созданию собственных бизнесов по вышеуказанным направлениям инженерной инфраструктуры. Тем самым деньги, которые застройщик должен был заплатить за подключение к энергоресурсам, были капитализированы внутри компании с колоссальным финансовым результатом. Сразу необходимо отметить, что существующий в России «экономический» механизм, по которому за счёт новосёлов или собственников других строящихся объектов создаётся «новая собственность» для других собственников (инфраструктурных монополий), никакого экономического, а тем более социального смысла не имеет. Ладно было бы, если эти монополии были бы муниципальными…

Хорошо, что при проектировании первых домов жилищная управляющая компания ещё не была создана, и технические условия на подключение домов к энергоресурсам и техническое задание на проектирование внутренней инженерии этих домов выдавались в одной вышеуказанной технологии.

В районе была реализована полностью независимая система теплоснабжения. Её применение для целого района — уникальный для России случай, ранее независимая схема применялась только для зданий повышенной этажности.

Основными преимуществам независимой схемы теплоснабжения являются:

1. Раздельные контуры теплоносителя для теплоснабжающей организации и потребителей, что резко повышает надёжность и устойчивость системы в целом, позволяет выявлять, при соответствующей организации учёта тепловой энергии, утечки и сверхнормативные разборы тепловой энергии. Район «Академический» стал единственным на постсоветском пространстве, где полностью балансируется генерация, транспорт и потребление тепловой энергии.

2. Возможность снижения расчётной пиковой мощности за счёт внедрения технологии «приоритет ГВС» не менее чем на 15% с резким упрощением процессов отслеживания режимов теплопотребления и с соответствующим снижением тарифов на подключение и потребление тепловой энергии. Внедрение данной технологии в «Академическом» позволит сэкономить застройщикам порядка миллиарда рублей (на полное развитие).

3. Отсутствуют затраты электроэнергии на транспортировку теплоносителя.

4. Затраты на персонал на порядок ниже, чем у аналогичных предприятий.

5. Отсутствуют центральные тепловые пункты (ЦТП), приготовление горячей воды происходит непосредственно у потребителя путём нагрева холодной воды теплоносителем через теплообменник, что делает ненужной сложную систему химводоподготовки. Регулирование температуры теплоносителя также максимально приближено к потребителю.

6. При прокладке тепловых сетей используются предизолированные стальные трубы с ППУ- или ППМ-изоляцией с обязательным антикоррозионным покрытием. Отличительными особенностями данной конструкции теплотрасс является водонепроницаемость изоляции, что снижает потери тепловой энергии, вызванные испарением воды с поверхностей труб, а также предотвращает коррозию труб. Расчётный срок службы теплотрасс — не менее 50 лет. Тепловые потери не превышают 4%, что на уровне лучших мировых показателей.

В районе предусмотрена кольцевая система теплоснабжения от двух теплоисточников, что позволяет резко увеличить надёжность теплоснабжения, исключить наличие резервных теплоисточников на территории района. При этом за счёт снижения диаметров магистральных трубопроводов уменьшаются затраты на создание теплоснабжающего комплекса, и второй теплоисточник, по сути дела, строится за счёт экономии по вышеуказанным затратам. В качестве второго теплоисточника рассматривалось строительство современного мусороперерабатывающего завода.

Предварительные результаты

Сочетание вышеуказанных мероприятий позволило получить идеальную систему теплоснабжения с минимальными затратами на транспорт, ремонт и эксплуатацию, к тому же оптимальную по стоимости строительства. Более того, разработанная более десяти лет назад система не только не устаревает — при развитии различных проектов на территории «Академического» она позволяет достигать дополнительного снижения себестоимости тепловой энергии.

Схема позволяет использовать в летнее время тепловую энергию для выработки холода (такие проекты уже имеются), резко снижая затраты на электроэнергию в целом по району. При этом за счёт увеличения потребления тепла летом вырастает КПД ТЭЦ с соответствующими экономическими последствиями.

Итого результаты: снижение потребления тепловой энергии на 30%; тариф на тепловую энергию на 25% ниже, чем в среднем по Екатеринбургу; есть наработки по дополнительному снижению эффекта для потребителя не менее чем на 50%.

Повторим, что всё вышесказанное было заложено на старте проекта.

Семь наиболее эффективных рынков ветра в 2018 году

В статье представлен обзор самых эффективных рынков ветровой энергетики 2018 года, отобранных по критерию роста объёма установленной мощности в течение двенадцати месяцев.

По материалам WindPower Monthly. Перевод: Российская Ассоциация Ветроиндустрии (РАВИ).

По предварительным данным Windpower Intelligence, являющейся научно-исследовательским и статистическим отделом интернет-ресурса Windpower Monthly, был составлен список рынков ветровой энергетики, в 2018 году испытавших максимальные темпы роста.

Данные ещё подлежат изменению, поскольку ввод в эксплуатацию некоторых установок, осуществлённый в конце прошедшего года, может в них не входить. В любом случае 2018 год был удачным для ветроэнергетической отрасли, ожидаемые темпы роста составляли 9–10 %.

Аргентина

Ветроэнергетический рынок Аргентины вырос с 228 до 640 МВт и стал самым быстрорастущим в 2018 году.

В изданном в первом полугодии 2018 года ежегодном отчёте Global Wind Report «Глобального совета по ветроэнергетике» (GWEC) рынок Аргентины был определён как «*ожидающий следующий большой* [экономический] *бум*». И прошедший год показал, что это был точный прогноз.

Введение новых 412 МВт мощности, согласно данным Windpower Intelligence, обеспечило этой южноамериканской стране рост парка установленного оборудования на 181 %, мощность которого за последние 12 месяцев увеличилась приблизительно до 640 МВт.

Уверенность инвесторов в этом рынке заметно возросла не только благодаря серии тендеров, прошедших в рамках «Плана развития возобновляемых источников энергии» (план RenovAR, принятый правительством Аргентины ещё в 2016 году), и приходу на местный рынок оборудования европейских производителей, уже имеющих работающие площадки в соседней Бразилии.

Положительное влияние на ситуацию оказало и избрание президентом Мауриcио Макри (Mauricio Macri), неоднократно подчёркивавшего свою заинтересованного в развитии ВИЭ в стране. Например, в 2017 году президент Макри своим указом объявлял год возобновляемых источников энергии в Аргентине (Año de Las Energías Renovables).

Также дополнительно стимулирует эту уверенность недавнее принятие аргентинским правительством решения разрешить корпоративные соглашения о закупке электрической энергии.

Хозяйственно-консультационная компания FTI Consulting полагает, что в Аргентине в течение следующих десяти лет будут введены в эксплуатацию ветроэнергетические мощности объёмом 7,9 ГВт. Таким образом, свыше 400 МВт, введённых за последний год, — это только «первая ласточка».

Перу

Перу остаётся относительно небольшим игроком Южной и Центральной Америки, если сравнивать её с соседями: Бразилией, Чили, Уругваем и Аргентиной (см. выше). Тем не менее, в 2018 году стране удалось увеличить установленную мощность своих ветроэнергетических объектов на 54 %, введя 132 МВт новых мощностей и доведя таким образом суммарный показатель до 375 МВт.

Это стало возможным благодаря единственному энергопроекту, введённому в эксплуатацию в июне, — 132-мегаваттной ВЭС Wayra I (владелец — Enel).

Wayra I — довольно крупный проект для небольшого рынка, раскрывающий при этом его потенциал. Введение проекта в строй должно подстегнуть интерес инвесторов и девелоперов.

По данным из открытых источников можно предположить, что планируется ввод дополнительных 1,43 ГВт мощности, 1,3 ГВт из которых могут быть введены в следующие два-три года, что при соответствующих условиях создаст почву для дальнейшего роста.

Однако, с учётом высокого спроса на природный газ и гидроресурсы, цены на электрическую энергию остаются на низком уровне, создавая непростые условия для ведения коммерческой деятельности в ветроэнергетической отрасли.

Египет

После нескольких лет политических неурядиц Египет снова встал на путь становления одного из рынков, задающих общий тон на Ближнем Востоке и в Африке. Введение новых 380 МВт мощности в 2018 году представило собой рост базы установленной ветроэнергетической мощности страны на 47 %, и в дополнение к уже работающим установкам суммарной мощностью 1 ГВт общий её объём составил 1,19 ГВт. В 2017 году введения новых мощностей не происходило.

В течение следующих десяти лет более устойчивая система, избавленная от нехватки ресурсов должна вывести данный рынок на лидирующие позиции, послужив форпостом для отрасли в этом североафриканском регионе.

В октябре британская аудиторско-консалтинговая компания Ernst & Young подняла Египет на пять позиций в своём полугодичном «Индексе привлекательности страны для возобновляемой энергетики» после того как Министерство электроэнергетики и возобновляемой энергии Египта сделало *«уверенные шаги в направлении большего внедрения объектов возобновляемой энергетики, включающие в себя планы по увеличению ветроэнергетических мощностей до 1,8 ГВт, а суммарной мощности ВИЭ — на 3,3 ГВт к 2027 году»*.

В Windpower Intelligence считают, что в ближнесрочной перспективе в Египте будет введено до 2 ГВт новых мощностей.

Вьетнам

Как и Перу, Вьетнам также представляет из себя маленький рынок, для которого любое изменение ситуации является крупным. Но знаком того, что этот рынок стал более серьёзно смотреть на использование энергии ветра, стало введение новых 92 МВт мощности в 2018 году и 38 МВт в 2017-м.

Резюмируя вышеизложенное, по предварительным данным Windpower Intelligence сообщает, что рынок Вьетнама вырос за 2018 год на 46 %.

Кроме того, так же, как и Аргентина, «Глобальный совет по ветроэнергетике» назвал Вьетнам *«страной, на которую стоит обратить внимание»*: Совет считает, что этот рынок «взлетит» очень скоро, поскольку власти планируют ввести 800 МВт новых мощностей к 2020 году и 2 ГВт — к 2025 году.

В сентябре премьер-министр Нгуен Суан Фук (Nguyen Xuan Phuc) повысил специальный тариф для стимулирования возобновляемой энергетики на 9 % для проектов наземной ветроэнергетики, ещё больше увеличив привлекательность страны для иностранных инвесторов.

Существует интерес и к сектору морской ветроэнергетики — ввиду того, что экономика страны переживает рост, связанный с возросшим потребительским спросом, оказывающим в свою очередь давление на энергетическую систему, построенную на использовании угля. Вьетнам также может воспользоваться преимуществом географической близости к Тайваню, обладающему статусом регионального пионера в этой отрасли.

энергетические установки, славящиеся своей высотой.

Этот рынок понемногу оправился после спада (было введено всего 24 МВт новых мощностей), произошедшего в 2017 году ввиду решения административного суда о том, что пахотные земли, находящиеся в управлении государственной «Организации по реализации реформы земель сельскохозяйственного назначения» (Agricultural Land Reform Organisation, ALRO), не могут быть использованы для строительства на них ветроэлектростанций. Указы ALRO стали *«одним из тяжелейших испытаний»*, выпавших на долю отрасли в 2017 году, хотя *«основная буря утихла»* в начале 2018-го, как выразился Акарин Суваннарат (Akarin Suwannarat), президент местной Ветроэнергетической ассоциации Тайланда (Thai Wind Energy Association).

Норвегия

По данным Windpower Intelligence, в 2018 году первым рынком по темпам роста в Европе стала Норвегия. За последние 12 месяцев объём ввода новых мощностей составил 256 МВт, составив 22 % роста и обойдя остальные страны региона, в которых таковой показатель равнялся примерно 6 %. Пусть это число и меньше 324 МВт, введённых в 2017-м, тем не менее, общий рост рынка за два года составил внушительные 70 %.

На пользу рынку пошёл рост числа корпоративных соглашений о закупке электроэнергии, заключённых интернет-гигантами Google и Facebook, а также крупными металлургическими предприятиями-производителями алюминия.

Прогноз ввода новых мощностей — 3 ГВт, куда входит ВЭС Fosen Wind (мощностью 1 ГВт) государственной энергокорпорации Statkraft. С учётом этих данных скорость развёртывания новых парков в краткосрочной перспективе обещает быть устойчивой. Морская ветроэнергетика также «не за горами».

Тайланд

По расчётам Windpower Intelligence, ветроэнергетический рынок Тайланда за 2018 год вырос на 20 %. Было введено 130 МВт новых мощностей, что с уже имеющимися 648 МВт составило около 800 МВт суммарной мощности.

Рынок региона Юго-Восточной Азии часто остаётся в тени своих более богатых на события соседей — Китая, Тайваня и Индии. Но за него борются крупные производители оригинального оборудования — Siemens Gamesa, Vestas и GE, каждый из которых поставляет ветро-

Бельгия

В Бельгии в 2018 году был введён 561 МВт новых мощностей, что выражается в 20 %-м росте по сравнению с 2017-м. По данным Windpower Intelligence, страна обошла Ирландию по этому показателю и стала 11-м крупнейшим ветроэнергетическим рынком в Европе. Этот показатель в ушедшем году также сделал Бельгию четвёртым крупнейшим рынком Европы за последние 12 месяцев.

При этом бельгийский рынок — единственный из списка, благоприятное воздействие на который в основном оказал морской ветроэнергетический сектор: в прошлом году компания Rentel ввела в эксплуатацию одноимённую ВЭС мощностью 302 МВт.

Предстоящий бурный рост этого рынка также связывают с морской ветроэнергетикой. Прогнозы говорят о вводе в ближнесрочной перспективе 1 ГВт новых мощностей.

Десятка новых гигантов европейской морской ветроэнергетики*

Десять крупнейших проектов, которые должны быть запущены в эксплуатацию в течение следующих нескольких лет, добавят немыслимые 8,8 ГВт к уже существующим в Европе 18,5 ГВт, причём каждый отдельный проект из них более мощный, чем крупнейшая из действующих на данный момент в мире морская ветроэлектростанция Walney Extension (мощностью 659 МВт) в Ирландском море.

По материалам rechargenews.com. Перевод: Российская Ассоциация Ветроиндустрии (РАВИ).

* Изображения ветрогенераторов могут не соответствовать упоминаемым в статье проектам.

Эта новая серия проектов также отмечена использованием всё возрастающим по своим габаритным и мощностным характеристикам ветрогенераторам: начиная с «рабочих лошадок» мощностью 10 МВт на ВЭС Hollandse Kust Zuid 1&2 и заканчивая 13–15-мегаваттными установками, которые будут использоваться в проекте He Dreiht мощностью 900 МВт. Первая ВЭС из этого списка также станет первой в мире морской ВЭС, которая будет работать без государственных дотаций (хотя власти Голландии и оплатят её присоединение к энергосети).

В ходе составления этого рейтинга интернет-ресурсом Recharge были отобраны только те проекты, которые уже находятся на стадии строительства или подготовки к строительству, либо же получили поддержку со стороны государства или лицензию на ведение работ.

East Anglia 1 является первым из четырёх проектов East Anglia, которые могут образовать в Северном море мегакластер мощностью 3,6 ГВт, куда будут входить проекты East Anglia 3, East Anglia 2 и East Anglia One North мощностью 1,2 ГВт, 900 МВт и 800 МВт, соответственно

10. East Anglia 1 (714 МВт)

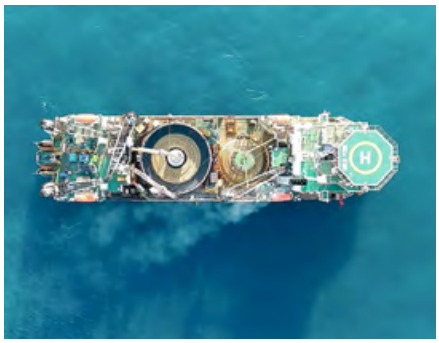
Этот ВЭС-проект стоимостью £2,5 млрд ($3,3 млрд) в британских водах Северного моря получил контракт на разницу цен (Contract for Difference, CfD) ещё в феврале 2015 года по гарантированной фиксированной цене реализации £119,89 за 1 МВт·ч. Владелец Iberdrola и организатор строительства Scottish Power Renewab-les (подразделение самой Iberdrola) приступили к постройке ветроэлектростанции в 73 км от восточного побережья Англии; всего будет установлено 102 ветряка производства Siemens Gamesa модели SWT-7.0-154 мощностью 7 МВт каждый, при этом завершение строительства планируется на следующий год.

EA1 является первым из четырёх проектов East Anglia, которые в конечном итоге могут образовать в Северном море мегакластер мощностью 3,6 ГВт, куда будут входить проекты East Anglia 3 мощностью 1,2 ГВт, East Anglia 2 мощностью 900 МВт и East Anglia One North мощностью 800 МВт. Последние два проекта всё ещё в ожидании утверждения, в то время как EA3 уже был утверждён (что означает возможность участия в торгах на предстоящих CfD-тендерах), но пока что ещё не получил поддержки.

9. Borssele 3&4 (732 МВт)

Консорциум Blauwind, куда входят концерны Shell, Van Oord, Eneco и Mitsubishi, выиграл право на разработку голландской акватории Северного моря на торгах в конце 2016 года с впоследствии ставшей рекордно низкой выигрышной ставкой в размере €54,5 ($61) за 1 МВт·ч, обойдя ставку предыдущего держателя (Orsted) в размере €72,7 за 1 МВт·ч на постройку ВЭС Borssele 1&2 (п. 8). В Orsted надеялись реализовать все четыре проекта Borssele в рамках одного сверхкрупного проекта.

В начале 2018 года Shell продала 45% акций этого проекта управлению фондов прямых инвестиций Partners Group, в настоящее время являющемуся крупнейшим акционером консорциума. Нефтяной гигант, который стал обдуманно относиться к своему присутствию в морской ветроэнергетике, по-прежнему удерживает 20% акций, в то время как остальная часть принадлежит японской Mitsubishi и «голландцам» — энергокомпании Eneco и подрядной организации Van Oord.



Borssele 3&4 в настоящее время находится на стадии подготовки к строительству, а старт её коммерческой эксплуатации намечен на начало 2021 года. Учитывая наличие Mitsubishi среди акционеров, для многих не станет удивительным тот факт, что консорциум Blauwind планирует установить 102 ветрогенератора мощностью 9,5 МВт каждый производства компании MHI Vestas (изготавливающей оригинальное и при этом исключительно морское ветроэнергетическое оборудование), 50% акций которой принадлежит Mitsubishi Heavy Industries.

8. Borssele 1&2 (752 МВт)

Ставка компании Orsted (прежнее название Dong Energy) в размере €72,7 за 1 МВт·ч на постройку Borssele 1&2, выигравшая на тендере, прошедшем в начале 2016 года, стала первой для ветроэнергетического проекта, который бы производил электроэнергию по цене меньше €100 за 1 МВт·ч. Для морской ветроэнергетики это стало отправной точкой, положив начало резкому снижению цен по выигрывавшим в дальнейшем ставкам.

В следующем году в Orsted планируют начать строительство морской ВЭС в голландских водах Северного моря, которое включает в себя установку 94 ветрогенераторов производства Siemens Gamesa модели SWT-8.0-154 мощностью 8 МВт. В качестве базы для эксплуатации и технического обслуживания ВЭС, которая после её ввода в эксплуатацию в конце 2020 года станет крупнейшей в стране, был выбран порт Buitenhaven («Внешняя гавань») в городе Флиссинген.

Как и проекты Borssele 3&4 и Hollandse Kust, данная ВЭС является частью плана властей Нидерландов по увеличению к 2023 году собственной установленной морской ветроэнергетической мощности на 3,5 ГВт. К этому сроку у голландских властей ещё больше «разыграется аппетит», ведь они планируют ввести дополнительные 20 ГВт в период с 2024 по 2030 годы.

7. Hollandse Kust Zuid 1&2 (760 МВт)

ВЭС Hollandse Kust Zuid 1&2 (планируемая дата начала эксплуатации 2023 год) станет первой в мире морской ветроэлектростанцией, полагающейся не на госдотации, а исключительно на цены на оптовом рынке электроэнергии.

После того, как EnBW и Orsted получили право на постройку энергетических проектов на немецком тендере в апреле 2017 года со ставками, предполагавшими отсутствие государственных субсидий (даты завершения строительства проектов 2024 и 2025 годы), власти Нидерландов решили прозондировать обстановку, проведя первый в мире тендер несубсидируемых ветроэнергетических проектов, состоявшийся в марте 2018 года. На этом тендере, в ходе которого на торги был выставлен проект ВЭС Hollandse Kust Zuid 1&2 (700–750 МВт), сыграла ставка шведской энергокомпании Vattenfall, сделавшей её через Nuon — собственную дочернюю организацию в Голландии.

На располагающемся в Северном море проекте в Vattenfall планируют установить 76 новейших установок Siemens Gamesa SG 10.0-193 DD. Победитель рассчитывает разместить ту же модель и на проекте Hollandse Kust Zuid 3&4 (760 МВт) — ещё одной бездотационной ВЭС, результаты торгов в отношении которой ожидаются в ближайшие месяцы. При условии, что Vattenfall победит и на этом тендере, Hollandse Kust Zuid 1–4 станет единым проектом и возглавит этот рейтинг с совокупной мощностью 1,52 ГВт.

6. Комплекс Wikinger/ Baltic Eagle (836 МВт)

Это единственный проект в рейтинге, который в известной степени уже построен. В октябре прошлого года Iberdrola объявила о том, что уже работающая ВЭС Wikinger мощностью 350 МВт будет объединена с ещё только планирующимися к постройке Baltic Eagle мощностью 476 МВт и Wikinger Süd мощностью 10 МВт с целью создания единого комплекса мощностью 836 МВт.

Единая ВЭС Wikinger/Baltic Eagle стоимостью €2,5 млрд по факту завершения строительства в 2022–2023 годах станет крупнейшей в Балтийском море.

Испанская энергокомпания получила право на строительство проекта Baltic Eagle в ходе второго в истории Германии тендера по морской ветроэнергетике со ставкой €64,6 за 1 МВт·ч, что является исключительно высоким показателем, особенно с учётом выигравших ставок по проектам без субсидирования на остальных тендерах, который, возможно, обусловлен низкой конкуренцией на данных торгах.

В качестве поставщика для Baltic Eagle Iberdrola выбрала Mitsubishi Heavy Industries Vestas, до 52 ветрогенераторов модели V174-9.5MW производства которой она планирует установить.

5. Triton Knoll (860 МВт)

Немецкая энергетическая компания Innogy получила право на данный проект в Северном море стоимостью £2,3 млрд в ходе CfD-тендера, прошедшего в 2017 году, по цене реализации £74,75 за один 1 МВт·ч.

В августе прошлого года Innogy произвела продажу 41% акций проекта в пользу японских компаний J-Power (25%) и Kansai Electric Power (16%), что подчёркивает рост интереса японских инвесторов к морской ветроэнергетике Европы, а затем объявила, что заключила соглашение о финансировании проекта.

Консорциум Triton Knoll планирует установить 90 ветроустановок MHI Vestas модели V164-9.5MW и ввести весь комплекс в эксплуатацию в 2021 году. Производитель заявляет, что с целью поставки требуемого количества установок он наладит работы по их предварительной сборке на северо-востоке Англии.

Активы и проекты возобновляемой энергетики компании Innogy станут частью компании RWE, которую позднее в этом году ожидает реорганизация, и это произойдёт только в случае одобрения со стороны антимонопольных органов сделки по обмену акциями и активами с другим представителем энергетического сектора — E.ON.

4. He Dreiht (900 МВт)

Компания EnBW прославилась на весь мир в 2017 году, когда выиграла права на проект He Dreiht в ходе первого в Германии тендера по морской ветроэнергетике со ставкой, не предполагавшей привлечение субсидий.

В то время как проект в Северном море планируется к вводу в эксплуатацию до 2025 года, немецкое энергопредприятие рассчитывает на повышение оптовых цен на электроэнергию, а также на выпуск новых поколений экономичных морских ветроустановок мощностью 13–15 МВт, которые к тому времени уже должны появиться на рынке. В EnBW заявляют, что такая ставка стала возможной, поскольку компания также рассчитывает на синергетический эффект от расположенных неподалёку морских энергокомплексов, таких как проект Hohe See/ Albatros мощностью 610 МВт.

Такой результат на немецком тендере побудил власти Нидерландов провести собственные торги исключительно по проектам с нулевым субсидированием и, кроме того, вызвал дискуссии о подобных проектах на развивающихся рынках морской ветроэнергетики, например, в Польше.

3. Moray East (950 МВт)

Управляемый EDP Renewables проект оказался успешным на британском CfD-тендере 2017 года. Его цена реализации составила £57,5 за 1 МВт·ч, а ввод в эксплуатацию намечен на весну 2021 года.

Португальская EDP Renewables владеет долей в размере 43,3% в проекте стоимостью £2,6 млрд, расположенном к северо-востоку от берегов Шотландии, в то время как французская энергокомпания Engie владеет 23,3%, а оставшиеся 33,4% поделены между находящейся под руководством Mitsubishi энергетической бизнес-платформой Diamond Generating Europe, Lease & Finance (финансовой организацией японского конгломерата Mitsubishi UFJ) и голландским подразделением японской компании Kansai Electric Power, представляющей энергетический сектор.

Равно как и для проекта Borssele 3&4, в котором Mitsubishi также владеет долей, консорциум Moray Offshore Renewable Power выбрал в качестве поставщика ветрогенераторов MHI Vestas, у которой планируется закупить 100 единиц моделей V164-9.5MW.

Siemens поставит три инновационных нацеленных на снижение затрат морских трансформаторных модуля, которые крепятся непосредственно к фундаментам генераторов.

2. Hornsea 1 (1,22 ГВт)

Такие проекты, как Hornsea 1, знаменуют собой появление морских ВЭС гигаваттного класса, сравнимых по своих размерам с атомными электростанциями.

После ввода в эксплуатацию в 2020 году проект мощностью 1218 МВт, расположенный у побережья английского Йоркшира, на короткий срок станет крупнейшей в мире морской ВЭС, а цена реализации по контракту на разницу (CfD) составит величину, кажущуюся сейчас чрезвычайно высокой, — £140 за 1 МВт·ч. Именно такая цена была утверждена правительством Великобритании ещё в 2014 году.

Компания-владелец проекта Orsted реализовала половину активов Hornsea 1 в пользу инфраструктурного фонда Global Infrastructure Partners в конце прошлого года. В данный момент владельцами производится монтаж 174 ветрогенераторов компании Siemens Gamesa 7 МВт модели SWT-7.0-154, первая из которых была введена в эксплуатацию в феврале.

1. Hornsea 2 (1,39 ГВт)

Как только ветровая суперэлектростанция Hornsea 2 приступит к работе в 2022 году, она станет крупнейшим в мире морским ветроэнергетическим проектом.

Siemens Gamesa поставит 173 установки собственного производства (модель SG 8,0-167 DD) в интересах проекта Orsted мощностью 1386 МВт, расположенного у восточного побережья Англии. Для немецко-испанского производителя ветрогенераторов такой контракт стал чрезвычайно ценным трофеем.

Датская энергетическая компания получила права на Hornsea 2 в ходе британского CfD-тендера в 2017 году с ценой реализации в размере £57,5 за 1 МВт·ч, что составило менее половину цены, за которую к ней отошла ВЭС Hornsea 1.

Компания Orsted также владеет правами на проект Hornsea 3 мощностью 2,4 ГВт, который неизбежно станет крупнейшей в мире морской ВЭС в случае успешной постройки. Orsted подала заявку на производство строительных работ по проекту и ожидает принятия положительного решения уже в этом году. Тем не менее, в этом случае компании придётся подать заявку на CfD-тендер, чтобы получить право на реализацию проекта. ●

Совмещённые солнечные и ветростанции снижают затраты и повышают производительность

Для девелоперов в области возобновляемой энергетики, которые ищут новые способы развития проектов, новаторский ветросолнечный гибридный проект в западной части штата Миннесота (США) позволяет заглянуть в будущее. Данный проект стал первым в западной части Миннесоты, но не последним в своём роде.

По материалам интернет-ресурса Renewable Energy World.

Проект разработала компания Juhl Energy и продолжает владеть им. Впервые в отрасли в нём соединили ветровую и солнечную энергетику на одной площадке. 2 МВт ветротурбина и 500-киловаттная солнечная станция с одним инвертором и подключением к сети снижают стоимость оборудования по сравнению с двумя отдельными проектами.

Электроснабжающая компания Lake Region Electric Cooperative, Inc., в городе Пеликан-Рапидс (в 50 км от города Фергус-Фолс, штат Миннесота) закупит эту электрическую энергию для своих почти 27 тыс. потребителей.

Управляющий директор компании Juhl Клэй Д. Норрбом (Clay D. Norrbom) сказал, что легко подключаемая система привлекла как минимум ещё пять покупателей, в том числе промышленную компанию в штате Айова. К числу других потенциальных покупателей можно отнести кооперативы и муниципальных поставщиков электроэнергии в штатах Миннесота, Висконсин и Айова. По его прогнозу компания Juhl построит как минимум три гибрида в этом году.

Juhl предложили поработать над проектом ветросолнечного гибрида два года назад в городе Ред-Лейк-Фолс. На данный момент бывший партнёр проекта владеет гибридом, ставшего причиной скандала из-за разногласий по поводу ценообразований с энергокомпанией Otter Tail Power.

Генерируемая ветросолнечными гибридами электроэнергия передаётся непосредственно в распределительные сети коммунальных служб и компаний. Так как цена на солнечные батареи упала, их привлекательность для установки вместе с ветротурбинами выросла.

Аналитическое агентство Global Market Insights прогнозирует увеличение количества гибридных проектов с солнечным, ветровым и накопительным оборудованием на 4 % в США к 2024 году, а мирового объёма рынка — до $1,5 млрд. Согласно недавнему докладу, рост обусловлен планами по интеграции возобновляемой энергетики, утверждёнными на Конференции по климату в Париже (2015), наряду с планируемыми показателями в возобновляемой энергетике и падающей стоимостью технологии.

«Открывается новый рынок, который, прямо скажем, отсутствовал пять, десять или пятнадцать лет назад, — сказал Норрбом. — *Было нереально снабжать муниципальный кооператив. Масштаб и эффективность не были достаточными для этого. Теперь при таком напряжении в потребительской сети мы можем спокойно снабжать электричеством по конкурентно способной цене».*

Гибрид даёт возможность увеличить мощность. По словам Норрбома, ветротурбины работают с нагрузкой 50–55 % максимальной мощности, а эффективность солнечных установок составляет 15 % в регионе Среднего Запада США.

Фото: Juhl Energy, juhlenergy.com

Подключённая к сети 2 МВт ветротурбина и 500-киловаттная солнечная станция

По словам Норрбома, при комбинировании двух источников коэффициент использования установленных мощностей гибрида достигает 65–70 %, причём по стоимости, значительно меньшей, чем компания Lake Region платит за электроэнергию своему поставщику компании Great River Energy. В компании Juhl решили не устанавливать систему хранения энергии из-за вопросов финансового и законодательного характера. Генеральный директор считает, что в будущем этих сложностей не будет.

Уменьшить затраты также помогли технология и способы финансирования. Чтобы преобразовывать постоянный ток от солнечных и ветровых ферм в переменный, потребляемый бизнесом и жителями, нужен инвертор. Применение инвертора, встроенного в турбину, и отказ от отдельного инвертора для солнечной батареи помогли сэкономить как минимум 10 % стоимости почти пятимиллионного проекта. Также, по его словам, специальные кредиты для возобновляемой энергетики, выданные на проект, были перепроданы частной компании Bank of America, которая предоставила достаточную финансовую «подушку». С её помощью можно обеспечить более выгодную цену для компании Lake Region.

Продажа целевых кредитов по программе финансирования возобновляемой энергетики позволила *«снизить цену* [на электроэнергию] *для компании Lake Region, потому что в итоге субсидию дал корпоративный спонсор, который хотел за счёт кредитов возместить собственное потребление электроэнергии в штате Миннесота»*, объясняет Норрбом.

«После перепродажи кредитов для возобновляемой энергетики компания Lake Region больше не сможет официально называть себя "зелёным" проектом. Но при бóльшей экономии расходов это приемлемый компромисс», — говорит Норрбом.

Фото: Juhl Energy, juhlenergy.com

Гибридная энергоустановка компании Juhl Energy объединяет энергию ветра и солнца

Генеральный директор Lake Region Тим Томпсон (Tim Thompson) говорит, что проект снижает затраты для плательщиков коммунальных услуг, а также *«предоставляет нам местный ветровой и солнечный источник возобновляемой энергии, который будет связан с уже существующей распределительной сетью»*. Кооператив может производить только до 5 % от собственного потребления, говорит он, но гибридный ветровой проект легко преодолевает это ограничение.

Кооператив будет рассматривать и другие проекты в сфере ВИЭ, рассказывает Томпсон, хотя сейчас таких не планируется. *«Проект в новой фазе, о которой мы ещё не делаем публичные заявления, потому что она ещё прорабатывается,* — добавляет он. — *Мы пытаемся помочь членам кооператива сэкономить деньги, быть на стороне возобновляемых источников энергии и грамотно распоряжаться окружающей средой»*.

Барьером для дальнейшего внедрения ветросолнечных гибридов остаются правила и тарифы на электроэнергию в средней части страны на территории независимого оператора Midcontinent Independent System Operator (MISO), Inc., рассказывает Бет Сохольт (Beth Soholt), исполнительный директор некоммерческого объединения Clean Grid Alliance. MISO продолжает работать с Clean Grid Alliance и другими заинтересованными сторонами над доработкой правил для создания большего количества гибридов.

«Децентрализованные и централизованные гибриды станут более распространёнными, — обещает Сохольт. — *Ветровая и солнечная станции хорошо работают вместе, потому что днём генерируется солнечная энергия, а ветер чаще становится источником энергии в ночном режиме работы. А вместе с накопителем энергии у нас получился отличный проект для коммунальных служб и энергетических компаний»*.

Основатель компании Juhl Energy Дэн Джул (Dan Juhl) хочет разработать большие гибриды класса пятимегаваттной ветростанции и мегаваттной солнечной электростанции. Повышение эффективности вследствие роста масштабов производства позволит предложить ещё большую экономию плательщикам коммунальных услуг. Проблема в том, что много кооперативов и муниципальных энергокомпаний связаны контрактами с их поставщиками — энергогенерирующими или сетевыми кооперативами и компаниями, ограничивающими объём собственной генерации до 5 % общего объёма потребления.

Джул сетует, что у слишком многих кооперативов *«связаны руки допотопными контрактами»*, которые не позволяют экономить сотни тысяч долларов при покупке возобновляемой электроэнергии.

PLUMBING AND SANITARY ENGINEERING, WATER SUPPLY, DRAINAGE

About the choice of pressure controller for water systems of apartment buildings. Pp. 12–15.

Yuri N. Zotov, PhD, Associate Professor of the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation Chair, Architecture and Civil Engineering Institute of Samara State Technical University (ACEI of Samara Polytech); **Irina Yu. Mikhailova**, engineer of General hospital non-medical personnel, State Budgetary Institution of Health Care "Samara regional children's clinical hospital named after N.N. Ivanova"

1. Strelkov A.K., Zotov Ju.N., Zotova I.Ju. *Metodicheskoe obespechenie gidravlicheskogo rascheta vnutrennih sistem vodosnabzhenija v mnogokvartirnyh domah* [Methodological support of the hydraulic calculation of internal water supply systems in apartment buildings]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika* ["Water supply and sanitary equipment" Magazine]. 2013. No. 8. Pp. 15–21. [In Russian]
2. Strelkov A.K., Zotov Ju.N., Mihajlova I.Ju. *Vzaimosvjaz' tehnicheskogo regulirovanija v stroitel'stve s pravovym regulirovaniem dejatel'nosti v sfere zhilishhno-kommunal'nogo hozjajstva* [The relationship of technical regulation in construction with the legal regulation of activities in the field of housing and communal services]. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'nye tehnologii: Sb. statej pod red. M.V. Shuvalova, A.A. Pishhuleva, A.K. Strelkova* [Traditions and innovations in construction and architecture. Building technologies: Coll. vol. of articles under the editorship of M.V. Shuvalov, A.A. Pischulev, A.K. Strelkov]. Samara. *SamGTU* [Samara State Technical University]. 2018. Pp. 201–204. [In Russian]
3. Strelkov A.K., Zotov Ju.N., Zotova I.Ju. *Raschet gidravlicheskih rezhimov raboty vnutrennih sistem vodosnabzhenija v mnogokvartirnyh domah* [Calculation of the hydraulic modes of operation of internal water supply systems in apartment buildings]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika* ["Water supply and sanitary equipment" Magazine]. 2014. No. 8. Pp. 15–19. [In Russian]
4. *Tehnicheskij pasport izdelija Valtec model' VT.087* [Technical data sheet of Valtec model VT.087]. Web-source: *valtec.ru*. Access data: May 12, 2018. [In Russian]
5. Strelkov A.K., Zotov Ju.N., Mihajlova I.Ju. *Ob optimizacii vnutrennih sistem vodosnabzhenija pri proektirovanii* [On the optimization of internal water systems in the design]. *Nauchnoe obozrenie* ["Scientific Review" Magazine]. 2014. No. 4. Pp. 98–101. [In Russian]

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

Energy efficient circuit for incorporation of a vacuum deaerator into the regeneration system of a heating turbine. Pp. 36–39.

Vladimir I. Sharapov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department; **Olga V. Pazushkina**, PhD, Associate Professor; **Maxim V. Zolin**, master's student, the Department of the Heat and Gas Supply and Ventilation, Ulyanovsk State Technical University (UlSTU)

1. Sharapov V.I. *Aktual'nye problemy ispol'zovanija vakuumnyh deajeratorov v otkrytyh sistemah teplosnabzhenija* [Actual problems of using vacuum deaerators in open heating systems]. *Teplojenergetika* ["Heat power engineering" Magazine]. 1994. No. 8. Pp. 53–57. [In Russian]
2. Moshkarin A.V., Vinogradov V.N., Leduhovskij G.V. *Jeksperimental'noe issledovanie i modelirovanie tehnologicheskih processov atmosfernoj strujno-barbotazhnoj deajeracii vody* [Experimental research and modeling of technological processes of atmospheric jet-bubbling deaeration of water]. *Teplojenergetika* ["Heat power engineering" Magazine]. 2010. No. 8. Pp. 21–25. [In Russian]
3. Laptev A.G., Lapteva E.A., Shagieva G.K. *Jeffektivnost' ochistki vody ot rastvorennyh gazov pri slabom i sil'nom vzaimodejstvii faz v plenochnyh apparatah* [The effectiveness of water purification from dissolved gases with weak and strong interaction of the phases in the film apparatus]. *Teplojenergetika* ["Heat power engineering" Magazine]. 2018. No. 4. Pp. 65–71. [In Russian]
4. Sharapov V.I. *Metodika ocenki jenergeticheskoj jeffektivnosti strukturnyh izmenenij v teplovyh shemah TJeS* [Methods for assessing the energy efficiency of structural changes in thermal schemes of thermal power plants]. *Trudy Akademjenergo* ["Transactions of Academenergo" Magazine]. 2015. No. 2. Pp. 27–37. [In Russian]
5. Rotov P.V., Sharapov V.I. *Osobennosti regulirovanija nagruzki sistem teplosnabzhenija v perehodnyj period* [Features of load control of heat supply systems during the transition period]. *Jenergosberezhenie i vodopodgotovka* ["Energy saving and water treatment" Magazine]. 2010. No. 2. Pp. 25–28. [In Russian]
6. Sharapov V.I., Cjura D.V. *O regulirovanii termicheskih deajeratorov* [On the regulation of thermal deaerators]. *Jelektricheskie stancii* ["Electrical stations" Magazine]. 2000. No. 7. Pp. 21–24. [In Russian]
7. Patent No. 21475559 (RU). *Vakuumnaja deajeracionnaja ustanovka* [The vacuum deaeration plant]. Sharapov V.I., Cjura D.V. *Bjulleten' izobretenij i otkrytij* ["Bulletin of inventions and discoveries" Magazine]. 2000. No. 11. [In Russian]
8. Sharapov V.I. O predotvrashhenii vnutrennej korrozii teploseti v zakrytyh sistemah teplosnabzhenija [On the prevention of internal corrosion of the heating system in closed heating systems]. Teplojenergetika ["Heat power engineering" Magazine]. 1998. No. 4. Pp. 16–19. [In Russian]
9. Patent No. 2174182 (RU). Sposob raboty teplovoj jelektricheskoj stancii [The method of operation of a thermal power station]. Sharapov V.I., Makarova E.V. Bjulleten' izobretenij i otkrytij ["Bulletin of inventions and discoveries" Magazine]. 2001. No. 27. [In Russian]
10. Patent №183168 (RU). *Uzel vakuumnoj deajeracii dobavochnoj pitatel'noj vody kotlov teplojenergeticheskoj ustanovki* [Unit of vacuum deaeration of additional feed water of boilers of thermal power plant]. Sharapov V.I., Zolin M.V., Mingaraeva (Kudrjavceva) E.V., Pazushkina O.V. *Bjulleten' izobretenij i otkrytij* ["Bulletin of inventions and discoveries" Magazine]. 2018. No. 26. [In Russian]

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

Heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) project comparison framework: a content-based approach in drawing management. Pp. 40–49.

Stanislav V. Chicherin, postgraduate student, Omsk State Transport University (OSTU)

1. *Mutko: ob#emy vvoda zhil'ja v RF v 2019 godu budut sopostavimy s 2018 godom* [Mutko: the volume of housing construction in the Russian Federation in 2019 will be comparable to 2018]. "RIA Nedvizhimost'" ot 24.01.2019 ["RIA News: Real Estate" from January 24, 2019]. Web-source: *realty.ria.ru*. Access data: Mart 10, 2019. [In Russian]
2. Alekseenko V.N., Miheeva Ju.L. *Vlijanie razlichnyh sistem klimatizacii na formirovanie mikroklimata restavriruemyh ob#ektov kul'turnogo nasledija v Krymu* [The influence of various air-conditioning systems on the formation of the microclimate of restored cultural heritage sites in the Crimea]. *Stroitel'stvo i rekonstrukcija* ["Construction and reconstruction" Magazine]. 2018. No. 3. Pp. 52–61. [In Russian]
3. Bryzgalin V.V. *Teplovoj balans steny tromba v klimate central'noj Rossii* [The heat balance of the wall of a blood clot in the climate of central Russia]. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* ["Housing construction" Magazine]. 2018. No. 6. Pp. 15–18. [In Russian]
4. Jie Cai, James E. Braun. A regulation capacity reset strategy for HVAC frequency regulation control. Energy and Buildings. Vol. 185. Pp. 272–286.
5. Maccarini A., Hultmark G., Bergsøe N.C., Afshari A. Free cooling potential of a PCM-based heat exchanger coupled with a novel HVAC system for simultaneous heating and cooling of buildings. Sustainable Cities and Society. Vol. 42. Pp. 384–395.
6. Chicherin S.V., Abdulaev D.A. *Ierarhichnost' postroenija i drugie sposoby obespechenija nadezhnosti teplovoj seti* [The hierarchy of construction and other ways to ensure the reliability of the heat network]. *Vestnik SKFU* [Bulletin of the North Caucasus Federal University]. 2018. No. 2. Pp. 38–46. [In Russian]
7. Nekljudov A.Ju. *Razvitie sovremennogo rascheta potreblenija jenergii na otoplenie i ventiljaciju* [The development of modern calculation of energy consumption for heating and ventilation]. *Stroitel'stvo i rekonstrukcija* ["Construction and reconstruction" Magazine]. 2018. No. 3. Pp. 75–82. [In Russian]
8. Sinicyn V.I. *Perspektivy rekonstrukcii sistem otoplenija i ventiljacii v shkolah Moskvy* [Prospects for the reconstruction of heating and ventilation systems in schools in Moscow]. *AVOK* [Journal of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics]. 2018. No. 5. Pp. 32–39. [In Russian]
9. Agafonova I.A. *Sistemy otoplenija, ventiljacii i kondicionirovanija vozduha bol'nichnogo korpusa* [Heating, ventilation and air conditioning systems of the hospital building]. *AVOK* [Journal of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics]. 2018. No. 5. Pp. 22–31. [In Russian]
10. Shackov A.O., Pererva A.A. *Teplopoteri pomeshhenija, oborudovannogo nizkotemperaturnym luchistym otopleniem* [Heat loss of a room equipped with low-temperature radiant heating]. *Colloquium-journal* (Poland). 2018. No. 4-1. Pp. 13–16. [In Russian]
11. Chicherin S.V. *Mesto teplosnabzhenija v sovremennom gorode* [The place of heat supply in the modern city]. *Vestnik PNIPU. Serija: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Series: Building and Architecture]. 2018. Vol. 9. No. 3. Pp. 79–87. [In Russian]
12. Chicherin S.V., Zbaraz L.I. *Teplotehnicheskaja harakteristika kvartal'noj zastrojki — prichina prekratit' stroitel'stvo mikrorajonov* [Thermal characteristics of quarterly development — the reason to stop the construction of neighborhoods]. *Izvestija KGASU* [Proc. of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering]. 2019. No. 1. Pp. 194–206. [In Russian]

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

Practical application of the phenomenon of abnormally high amplitude of the self-oscillating process at the expiration of the liquid. Part 1. Pp. 66–69.

Igor V. Baranov, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Sergey A. Gastev**, postgraduate student, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO)

1. Jurmanov B.N., Gur'janov M.Ju. *Vozduhoraspredelitel' dlja podachi vozduha v rabochuju zonu* [Air distributor for air supply to the working area]. *Issledovanija v oblasti otoplenija, ventiljacii i kondicionirovanija vozduha: Mezhvuz. tematich. sb. trudov* [Interuniversity thematic collection of papers "Research in the field of heating, ventilation and air conditioning"]. Leningrad. *LISI* [Leningrad Institute of Civil Engineering]. 1988. Pp. 22–26. [In Russian]
2. Avdeeva T.P. *Lunkoobraznye vozduhoraspredeliteli* [Alveolus-shaped air distributors]. *Ruk. dep. No. 11532* [The paper is deposited at No. 11532] . Moscow. VINITI RAN [All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences]. 1995. 23 p.
3. Avdeeva T.P. *Vozduhoraspredelenie dinamicheski neustojchivymi potokami* [Air distribution by dynamically unstable flow]. *Avtoref. diss. d-ra tehn. nauk po spec. 05.23.03* [Abstract of the thesis of doctor of technical sciences in the specialty 05.23.03]. St. Petersburg. 2001. 37 p. [In Russian]
4. Denisihina D.M. *Chislennoe modelirovanie avtokolebatel'nyh ventiljacionnyh techenij* [Numerical modeling of self-oscillatory ventilation currents]. *Diss. kand. fiz.-mat. nauk po spec. 01.02.05* [The thesis of candidate of physical and mathematical sciences on the speciality No. 01.02.05]. St. Petersburg. 2005. 135 p. [In Russian]
5. Mataoui A., Schiestel R., Salem A. Study of the oscillatory regime of a turbulent plane jet impinging in a rectangular cavity. Applied Mathematical Modelling. 2003. Vol. 27. Pp. 89–114.
6. Denisihina D.M., Bassina I.A., Nikulin D.A., Strelec M.H. *Chislennoe modelirovanie avtokolebanij turbulentnoj strui, istekajushhej v prjamougol'nuju polost'* [Numerical simulation of self-oscillations of a turbulent jet flowing into a rectangular cavity]. *Teplofizika vysokih temperatur* [Thermal physics of high temperatures]. 2005. Vol. 43. No. 4. Pp. 568–579. [In Russian]

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

7. Shur M., Spalart P.R., Strelets M.Kh. Navier-Stokes simulation of shedding turbulent flow past a circular cylinder and a cylinder with a backward splitter plate. Third ECCOMAS CFD Conference. Paris, France. 1996. Pp. 676–682.
8. Hourigan K., Thompson M.C., Tan B.T. Self-sustained oscillations in flows around long blunt plates. Journal of Fluids and Structures. 2001. Vol. 15. Pp. 387–398.
9. Valencia A. Numerical study of self-sustained oscillatory flows and heat transfer in channels with a tandem of transverse vortex generator. Heat and Mass Transfer. 1998. Vol. 33. Pp. 465–470.
10. Karlikov V.P., Trushina O.V. *Ob avtokolebatel'nyh rezhimah istechenija ploskih struj zhidkosti iz-pod svobodnoj poverhnosti* [On self-oscillatory regimes of outflow of flat liquid jets from under the free surface]. *Trudy Matem. instituta im. V.A. Steklova* [Proc. of the Steklov Institute of Mathematics]. 1998. Vol. 223. Pp. 52–62. [In Russian]
11. Karlikov V.P., Tolokonnikov S.L., Trushina O.V. *Ob avtokolebatel'nyh rezhimah fontanirovanija ploskih vertikal'nyh zatoplennyh struj tjazhjoloj zhidkosti v ustanovkah s pridonnym stokom* [On self-oscillatory modes of spouting of flat vertical submerged jets of heavy liquid in installations with bottom drain]. *Izvestia RAN. Mekhanika zhidkosti i gaza* [Journal of Russian Academy of Sciences. Fluid and gas mechanics]. 2011. No. 3. Pp. 90–96. [In Russian]
12. Rowley C.M., Colonius T., Basu A.J. On self-sustained oscillations in two-dimentional compressible flow over rectangular cavities. Journal of Fluid Mechanics. 2002. Vol. 455. Pp. 315–346.
13. Wang Z.K., Djambazov G., Lai C.H. Numerical simulation of flow-induced cavity noise in self-sustained oscillations. Computational Visual Media. 2007. Vol. 10. Pp. 123–134.
14. Smagorinsky J. General Circulation Experiments with the Primitive Equations. The Basic Experiment. Monthly Weather Review. 1963. Vol. 91. No. 3. Pp. 99–164.
15. Trottenberg U., Oosterlee C.W., Schuller A. Multigrid. London. Academic Press. 2001. 631 p.

Practical application of the phenomenon of abnormally high amplitude of the self-oscillating process at the expiration of the liquid. Part 2. Pp. 70–72.

Igor V. Baranov, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Sergey A. Gastev**, postgraduate student, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO)

1. Jurmanov B.N., Gur'janov M.Ju. *Vozduhoraspredelitel' dlja podachi vozduha v rabochuju zonu* [Air distributor for air supply to the working area]. *Issledovanija v oblasti otoplenija, ventiljacii i kondicionirovanija vozduha: Mezhvuz. tematich. sb. trudov* [Interuniversity thematic collection of papers "Research in the field of heating, ventilation and air conditioning"]. Leningrad. *LISI* [Leningrad Institute of Civil Engineering]. 1988. Pp. 22–26. [In Russian]
2. Avdeeva T.P. *Lunkoobraznye vozduhoraspredeliteli* [Alveolus-shaped air distributors]. *Ruk. dep. No. 11532* [The paper is deposited at No. 11532]. Moscow. *VINITI RAN* [All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences]. 1995. 23 p.
3. Avdeeva T.P. *Vozduhoraspredelenie dinamicheski neustojchivymi potokami* [Air distribution by dynamically unstable flow]. *Avtoref. diss. d-ra tehn. nauk po spec. 05.23.03* [Abstract of the thesis of doctor of technical sciences in the specialty No. 05.23.03]. St. Petersburg. 2001. 37 p. [In Russian]
4. Denisihina D.M. *Chislennoe modelirovanie avtokolebatel'nyh ventiljacionnyh techenij* [Numerical modeling of self-oscillatory ventilation currents]. *Diss. kand. fiz.-mat. nauk po spec. 01.02.05* [The thesis of candidate of physical and mathematical sciences in the speciality No. 01.02.05]. St. Petersburg. 2005. 135 p. [In Russian]
5. Mataoui A., Schiestel R., Salem A. Study of the oscillatory regime of a turbulent plane jet impinging in a rectangular cavity. Applied Mathematical Modelling. 2003. Vol. 27. Pp. 89–114.
6. Denisihina D.M., Bassina I.A., Nikulin D.A., Strelec M.H. *Chislennoe modelirovanie avtokolebanij turbulentnoj strui, istekajushhej v prjamougol'nuju polost'* [Numerical simulation of self-oscillations of a turbulent jet flowing into a rectangular cavity]. *Teplofizika vysokih temperatur* [Thermal physics of high temperatures]. 2005. Vol. 43. No. 4. Pp. 568–579. [In Russian]
7. Shur M., Spalart P.R., Strelets M.Kh. Navier-Stokes simulation of shedding turbulent flow past a circular cylinder and a cylinder with a backward splitter plate. Third ECCOMAS CFD Conference. Paris, France. 1996. Pp. 676–682.
8. Hourigan K., Thompson M.C., Tan B.T. Self-sustained oscillations in flows around long blunt plates. Journal of Fluids and Structures. 2001. Vol. 15. Pp. 387–398.
9. Valencia A. Numerical study of self-sustained oscillatory flows and heat transfer in channels with a tandem of transverse vortex generator. Heat and Mass Transfer. 1998. Vol. 33. Pp. 465–470.
10. Karlikov V.P., Trushina O.V. *Ob avtokolebatel'nyh rezhimah istechenija ploskih struj zhidkosti iz-pod svobodnoj poverhnosti* [On self-oscillatory regimes of outflow of flat liquid jets from under the free surface]. *Trudy Matem. instituta im. V.A. Steklova* [Proc. of the Steklov Institute of Mathematics]. 1998. Vol. 223. Pp. 52–62. [In Russian]
11. Karlikov V.P., Tolokonnikov S.L., Trushina O.V. *Ob avtokolebatel'nyh rezhimah fontanirovanija ploskih vertikal'nyh zatoplennyh struj tjazhjoloj zhidkosti v ustanovkah s pridonnym stokom* [On self-oscillatory modes of spouting of flat vertical submerged jets of heavy liquid in installations with bottom drain]. *Izvestia RAN. Mekhanika zhidkosti i gaza* [Journal of Russian Academy of Sciences. Fluid and gas mechanics]. 2011. No. 3. Pp. 90–96. [In Russian]
12. Rowley C.M., Colonius T., Basu A.J. On self-sustained oscillations in two-dimentional compressible flow over rectangular cavities. Journal of Fluid Mechanics. 2002. Vol. 455. Pp. 315–346.
13. Wang Z.K., Djambazov G., Lai C.H. Numerical simulation of flow-induced cavity noise in self-sustained oscillations. Computational Visual Media. 2007. Vol. 10. Pp. 123–134.

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

Energy saving technologies in residential apartment buildings. Pp. 78–81.

Olga A. Gnezdilova, PhD, Associate Professor; **Muhammet A. Razakov**, postgraduate student; **Rio-Rita V. Chernova**, master's student, the Department of the Heat and Gas Supply and Ventilation, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

1. Gusejnova Zh.O. *Nauchno-tehnicheskaja revoljucija i problemy okruzhajushhej sredy* [The scientific and technological revolution and environmental issues]. *Izvestija vuzov. Severo-Kavkazskij region. Serija: Obshhestvennye nauki* [Scientific-educational and applied journal "University News: North-Caucasian region". Series: Social Sciences]. 2010. No. 6. Pp. 22–26. [In Russian]
2. Samarin O.D., Byzov N.I., Lushin K.I. *Tehniko-jekonomicheskoe obosnovanie jenergosberezhenija v obshhestvennyh zdanijah za schjot teploutilizacii v sistemah ventiljacii* [Feasibility study of energy saving in public buildings due to heat recovery in ventilation systems]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.) [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]*. 2018. No. 1. Pp. 100–102. [In Russian]
3. Prohorov V.I. *Jekspluatacionnye zatraty teplovoj jenergii* [Operating costs of thermal energy]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.) [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]*. 2012. No. 11. Pp. 54–57. [In Russian]
4. Boguslavskij L.D., Livchak V.I. *Jenergosberezhenie v sistemah teplosnabzhenija, ventiljacii i kondicionirovanija vozduha* [Energy saving in systems of heat supply, ventilation and air conditioning]. Moscow. *Strojizdat* [Publishing House of literature on the construction and architecture of the USSR]. 1990. 621 p. [In Russian]
5. Prokhorov V.I. Calculation method of heat consumption for buildings life support systems. Proc. of the XXI International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering "Construction — The Formation of Living Environment" (FORM 2018). April 25–27, 2018. Moscow. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. June 2018. Vol. 365. Pp. 22–23.
6. Prohorov V.I. *Granicy rassmotrenija v zadachah teplozashhity i teplosberezhenija zdanij* [The boundaries of consideration in the tasks of thermal protection and heat saving of buildings]. *Internet-vestnik VolgGASU. Serija: Politematicheskaja* [Web-bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Polythematic]. 2014. No. 2. P. 17. [In Russian]
7. Razakov M.A., Chernova R.V. *Novyj sposob obsledovanija sistem estestvennoj ventiljacii* [A new way to survey systems of natural ventilation]. *V sb.: Tehnologii v inzhenerno-jekologicheskom stroitel'stve, mehanizacii i zhilishhno-kommunal'nom komplekse. Mat. vnutrivuzovskoj nauch.-tehn. konf. NIU MGSU* [Coll. vol. "Technologies in engineering and environmental construction, mechanization and housing and communal complex". Materials of the internal scientific and technical conference of the NRU MGSU]. Moscow. *Izd-vo MGSU* [Publishing House of National Research Moscow State University of Civil Engineering]. 2017. Pp. 353–356. [In Russian]
8. Prohorov V.I., Razakov M.A. *Jenergopotreblenie zhizneobespechivajushhih sistem zdanij, rasschitannoe po dvum metodam* [The energy consumption of life-supporting building systems, calculated by two methods]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* ["Industrial and civil engineering" Magazine]. 2016. No. 12. Pp. 97–100. [In Russian]
9. Razakov M.A., Rudakova E.V., Rjabev G.A. *Rezul'taty primenenija jenergosberegajushhih meroprijatij v "dohodnyh domah" Sankt-Peterburga* [The results of the use of energy-saving measures in "apartment houses" of St. Petersburg]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.) [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]*. 2019. No. 2. Pp. 90–92. [In Russian]
10. Razakov M.A., Baranova T.N. *Primenenie jenergosberegajushhih meroprijatij v zhilyh malojetazhnyh domah s dlitel'nym periodom jekspluatacii* [The use of energy-saving measures in low-rise residential buildings with a long period of operation]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.) [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]*. 2018. No. 12. Pp. 84–87. [In Russian]
11. Nesterenko A.V. *Osnovy termodinamicheskih raschetov ventiljacii i kondicionirovanija vozduha* [Basics of thermodynamic calculations of ventilation and air conditioning]. Moscow. *Vysshaja shkola* ["Higher education" Publishing House]. 1962. 356 p. [In Russian]
12. Wolfgang Feist. *Osnovnye polozhenija po proektirovaniju "passivnyh" domov* [The main provisions for the design of "passive" houses ("Gestaltungsgrundlagen Passivhäuser")]. *Per. s nem. s dop. pod red. A.E. Elohova* [Translation from German with additions edited by A.E. Yelokhov]. Moscow. *Izd-vo ASV* [Publishing House of the Association of Construction Universities]. 2008. 144 p. [In Russian]
13. Gagarin V.G. *Makrojekonomicheskie aspekty obosnovanija jenergosberegajushhih meroprijatij pri povyshenii teplozashhity ograzhdajushhih konstrukcij zdanij* [Macroeconomic aspects of justifying energy saving measures while increasing the thermal protection of building envelopes]. *Stroitel'nye materialy* ["Construction Materials" Magazine]. 2010. No. 3. Pp. 8–16. [In Russian]
14. Razakov M.A. *Sravnenie potreblenija jenergoresursov i pokazatelja jenergojomkosti dlja severnyh stran mira* [Comparison of energy consumption and energy intensity for the northern countries of the world]. *V sb.: Dni studencheskoj nauki. Mat. nauch.-tehn. konf. po itogam nauch.-issled. rabot studentov IIJeSM* [Coll. vol. "Days of student science". Materials of the scientific and technical conference on the results of research works of students of the Institute of Engineering and Ecological Construction and Mechanization]. Moscow. *Izd-vo MGSU* [Publishing House of National Research Moscow State University of Civil Engineering]. 2017. Pp. 368–371. [In Russian]

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

XVII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

ufi Approved Event

КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ

BOILERS AND BURNERS

1-4 октября 2019

Санкт-Петербург

IX Международный конгресс

Энергосбережение и энергоэффективность – динамика развития

ОРГАНИЗАТОР: FarEXPO

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

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

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР: АВОК Вентиляция Отопление Кондиционирование

16-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

МИР КЛИМАТА 2020

Системы кондиционирования и вентиляции, отопление, промышленный и коммерческий холод

ufi Approved Event

ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ СОБЫТИЕ ГОДА*

МИР КЛИМАТА

* СОГЛАСНО ДАННЫМ ООО «ЕВРОЭКСПО» НА ОСНОВАНИИ КОЛИЧЕСТВА ПОСЕТИТЕЛЕЙ, ПРОФИЛЯ УЧАСТНИКОВ И СТРАН-УЧАСТНИЦ ВЫСТАВКИ 2019 ГОДА

РЕКЛАМА

12+

Бесконечный МИР технологий КЛИМАТА

Ждем Вас на нашей выставке!

10 - 13 марта 2020

Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.climatexpo.ru

ОРГАНИЗАТОРЫ: ЕВРОЭКСПО EUROEXPO, ANUK

ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПАРТНЕРЫ: ИСЭС МОНТАЖ, ИСЭС ПРОЕКТ

ОФИЦИАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ ВЫСТАВКИ: МИР КЛИМАТА

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ: РОССОЮЗХОЛОДПРОМ, НОСТРОЙ, НОПРИЗ, НОЭ, EUROVENT

GIACOMINI
WATER E-MOTION

Часть жизни

Баланс.
Двойное регулирование.

R206C-1
Автоматический балансировочный клапан с двойным диапазоном регулирования.

ОТ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДО ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ. РЕШЕНИЯ GIACOMINI ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОГО КОМФОРТА.

Компания Giacomini представляет автоматический балансировочный клапан R206C-1 — регулятор перепада давления с двумя рабочими диапазонами регулирования. Устройство переключения на клапане позволяет выбрать низкий (5–30 кПа) или высокий (25–60 кПа) диапазон. Применение автоматического балансировочного клапана с двойным регулированием облегчает работу проектировщиков, монтажников, упрощает подбор оборудования и обеспечивает высокую точность регулирования в широчайшем диапазоне перепада давления. Автоматический балансировочный клапан R206C-1 является частью широкого спектра решений Giacomini для гидравлической балансировки инженерных систем.

Giacomini: высококачественные компоненты для создания комфортных систем климата и водоснабжения жилых и общественных зданий. Тысячи продуктов, которые входят в нашу повседневную жизнь. *Giacomini: часть жизни.*

ООО «Джакомини РУС» • Тел. (495) 604 8396, 604 8079 • Факс (495) 604 8397 • info.russia@giacomini.com
www.giacomini.ru

На правах рекламы.