№02 (206) **ФЕВРАЛЬ 2019**

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
ОТРАСЛЕВОЙ ЖУРНАЛ

С.О.К.

САНТЕХНИКА • ОТОПЛЕНИЕ • КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ • ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ • ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА

12 Конференция: BIM- и BEM-проектирование

46 Анализ проектных решений

52 Приточные клапаны вентиляции

66 Расчёт трубопроводов VRF-систем

ВЕЗА

создано в 1995 году

$Q_{охл}$ = 6–670 кВт

Производство холодильного оборудования
на заводе «ВЕЗА-Фрязино» с 2012 года

www.veza.ru

Реклама.

Настенный электрический
одноконтурный котел

NAVIEN

EQB

Превосходит ожидания

- **УСТОЙЧИВЫЙ К КОРРОЗИИ**
- **БЕСШУМНЫЙ**
- **ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ**
- **ВЫСОЧАЙШИЙ КПД**

реклама

www.navien.ru

КЛАПАНЫ ДЛЯ РАДИАТОРОВ
ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЕ ГОЛОВКИ

КЛАПАНЫ ДЛЯ ОДНО- И ДВУТРУБНЫХ СИСТЕМ
УЗЛЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ СТАЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ

ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА

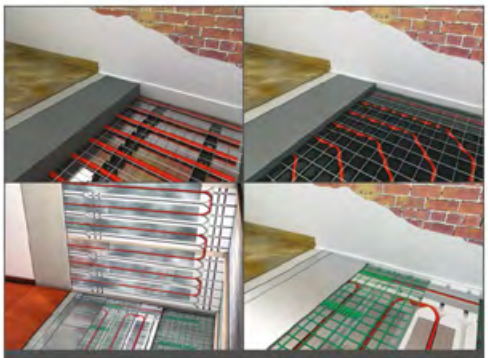
ФИТИНГИ И АДАПТЕРЫ

ТРУБЫ PPR, PEX, PERT, PEX-AL-PEX И PB

КОЛЛЕКТОРЫ

БАЛАНСИРОВОЧНАЯ АРМАТУРА

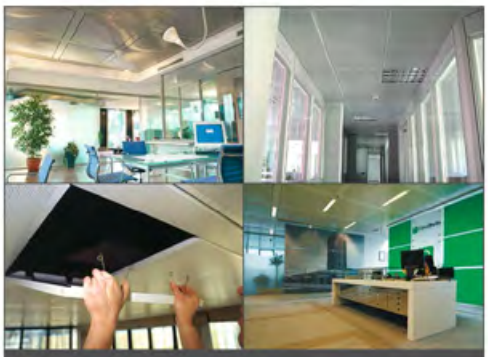
МОДУЛИ УЧЁТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛА



СИСТЕМА НАПОЛЬНОГО ОБОГРЕВА
И ОХЛАЖДЕНИЯ

БЛОКИ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ

ЗОНАЛЬНЫЕ И СМЕСИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ
КОТЕЛЬНАЯ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА



СИСТЕМЫ ПОТОЛОЧНОГО ОБОГРЕВА
И ОХЛАЖДЕНИЯ

На правах рекламы.

GIACOMINI
WATER E-MOTION

**ОТ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДО КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ.
РЕШЕНИЯ GIACOMINI ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОГО КОМФОРТА**

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.

GIACOMINI S.p.A. • ООО «Джакомини Рус» • Тел. (495) 604 8396, 604 8079 • Факс (495) 604 8397 • info.russia@giacomini.com

СОДЕРЖАНИЕ

февраль 2019

Конференция «BIM- и BEM-моделирование»

14 февраля в рамках выставки Aquatherm Moscow 2019 с успехом прошла организованная журналом С.О.К. и компаниями Reed Exhibition и ITE конференция «BIM- и BEM-моделирование при проектировании инженерных систем зданий и сооружений». Мероприятие посетили 411 профессионалов отрасли.

12

Анализ проектных решений систем кондиционирования

В нашей стране сложилась практика — роль проектировщика, поставщика и монтажника часто выполняет одна компания. Считается, что только так можно решить все проблемы коммуникации. Но при обнаружении ошибки проектировщик, поставщик и монтажник совместно скрывают её от заказчика…

46

Работа приточных клапанов вентиляции в МКД

В статье даны результаты экспериментального исследования эффективности работы приточных клапанов на МКД. Произведён расчёт воздухообмена, обеспечиваемого совместной работой естественной вентиляции и приточных клапанов жилых помещений МКД в различные периоды года и в зависимости от этажа.

52

Расчёт фреоновых трубопроводов VRF-систем

В статье не только рассматривается стандартная методика расчёта трубопроводов VRF и физический смысл вводимых ограничений, но даются ответы на вопросы, что будет, если: увеличить длину трубопроводов, превысить допустимый перепад высоты, применить нерекомендуемый диаметр трубопровода и т.д.

66

Расчётные параметры климата для тёплого периода года

Рассмотрены существующие подходы к выбору расчётных параметров наружной среды для расчёта мощности систем кондиционирования воздуха. Приведены доказательства целесообразности учёта времени превышения расчётного параметра не в среднем из многолетней выборки, а в конкретных годах.

72

Воздухообмен при автоматизации климатических систем

В работе рассмотрены основы определения расчётной величины переменных тепловых возмущений для вычисления требуемого воздухообмена в помещении, оборудованном автоматизированной системой вентиляции или кондиционирования воздуха. Дан обзор некоторых отечественных и зарубежных работ.

76

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

206-й номер
февраль 2019

Новости 4

События

Успех конференции «BIM- и BEM-моделирование при проектировании инженерных систем» 12

Сантехника и водоснабжение

О высокоэффективных напорных трубах из ПВХ последнего поколения 16
О существенных недостатках квазиквартирных гидроредукторов 22
Системы автоматического пожаротушения тонкораспыленной водой для высокостеллажных складов 28
Влияние фитопланктона на формирование качества воды и методы его удаления. Часть 1 32

Отопление и ГВС

В NAVIEN понимают необходимость изменений 36
Теплообменники производства ИЭМЗ «Купол»: оборонные стандарты качества — гражданской продукции 38
Один Buderus в минуту, или Миллион радиаторов за три года 40
В Германии решили покончить с зависимостью от угля к 2038 году 44

Кондиционирование и вентиляция

Независимый анализ проектных решений систем кондиционирования воздуха 46
Энергоэффективное охлаждение в производственных помещениях 50
Анализ эффективности работы приточных клапанов системы вентиляции в условиях эксплуатации на многоквартирном жилом доме 52
О чрезвычайном загрязнении воздуха тепловыми двигателями городского транспорта 56
Численное моделирование процесса тепломассообмена в сотовом увлажнителе 62
Расчёт фреоновых трубопроводов VRF-систем кондиционирования 66
Предлагаемый подход к выбору расчётных параметров климата для тёплого периода года 72
Возможности снижения расчётного воздухообмена в общественных зданиях при автоматизации климатических систем 76

Энергосбережение и ВИЭ

Результаты применения энергосберегающих мероприятий в «доходных домах» Санкт-Петербурга 79
ARWE-2019: международный форум по возобновляемой энергетике 82
RGS Energy возобновила производство солнечных крыш корпорации Dow 84
Оценка топливной экономичности поршневых двигателей после их перевода на газомоторное топливо 86
Численное исследование показателей тепловыделения дизеля от зазора прецизионных элементов топливной аппаратуры 90

References 94

Одной строкой

- Совет директоров концерна BWT сообщил, что группа Ecosoft вошла в семейство BWT. Этот приведёт к укреплению международного присутствия BWT и дополнению ассортимента широким ассортиментом продукции Ecosoft в сегменте «Соотношение цены и качества».
- Компания LG Electronics объявила о начале долгосрочного сотрудничества с СПбГАСУ и открывает отделение «Академии LG», основанную для проведения программ обучения и повышения квалификации специалистов климатической индустрии, на базе кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция».
- Компания Mitsubishi Electric заняла 25 место среди 50 крупнейших инновационных компаний мира в 2018 году по версии американского издания 24/7 Wall St.
- Группа компаний «Специальные системы и технологии» (ГК «ССТ») и французская Groupe Atlantic (GA) заключили соглашение о продаже части бизнеса ГК «ССТ», связанного с производством и дистрибуцией электрических тёплых полов и систем защиты от протечек воды.
- Компания Uponor представила финансовый отчёт за 2018 год. В 2018 году чистый объём продаж Uponor увеличился на 2,2 % и достиг € 1196,3 млн. Сопоставимая операционная прибыль Uponor в 2018 году выросла на 2,1 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года и составила € 99,3 млн.
- Президент Российской Федерации Владимир Путин в ежегодном Послании Федеральному Собранию поддержал международный «Чемпионат рабочих профессий WorldSkills», финал которого пройдёт в августе в Казани.
- С этого года промышленники начали жить в условиях действия Федерального закона о наилучших доступных технологиях (НДТ). Он разделил все предприятия, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, на четыре категории. На первом этапе, который продлится до 2022 года, на НДТ перейдут 300 предприятий, в том числе около 30 из УрФО — в основном, это металлургические и энергетические объекты в Свердловской и Челябинской областях, а также многие нефте- и газодобывающие промыслы и их инфраструктура в Югре и на Ямале.

Kelvion

Пластины NP150X для систем холодоснабжения высотных зданий и дата-центров

Для систем центрального холодоснабжения и кондиционирования высотных зданий и центров обработки данных требуются теплообменники с максимальной производительностью, отличной теплопередачей и высокими рабочими давлениями. Новый разборный пластинчатый теплообменник «Кельвион» серии NP150X — идеальное решение для таких задач благодаря усовершенствованному профилю рифления пластин, обеспечивающему высокую турбулентность, за счёт которой существенно улучшается теплопередача и обеспечивается крайне малый перепад температур между теплоносителями.

Пластины серии NP характеризуются более узким зазором и меньшим шагом рифления, а запатентованная конструкция пластин OptiWave обеспечивает равномерное распределение потока теплоносителя по всей ширине пластины, что в сумме даёт высочайшую эффективность теплопередачи. Пластины серии NP150X идеально подходят для применения в процессах с чрезвычайно низкой температурной разницей и высокими значениями NTU (количество единиц переноса тепла, характеризующее эффективность теплообмена).

Новые пластины разборных пластинчатых теплообменников NP150X — первые в новой серии NP, работа над которой активно ведётся в НИОКР «Кельвион». Они производятся из сталей 1.401 и 1.4404 (AISI 304 и AISI 316L) толщиной 0,4; 0,5 и 0,6 мм. Пластины данной серии рассчитаны на работу при высоких давлениях — до 42 бар.

WILO

Wilo-Stratos MAXO стал доступен россиянам

Компания WILO RUS анонсировала старт продаж на территории России «умного» насоса Wilo-Stratos MAXO. Модель уже доступна к заказу, а в будущем появится в программе подбора Wilo Select.

Wilo-Stratos MAXO устанавливает новые стандарты энергоэффективности в сфере коммерческого использования насосов в системах отопления, вентиляции и кондиционирования, а также снабжения питьевой водой. Это стало возможным благодаря оптимизированным и инновационным функциям энергосбережения, таким как No-Flow Stop, а интеллектуальные режимы работы и регулирования Dynamic Adapt plus и Multi-Flow Adaptation позволили новинке иметь максимальную совместимость с существующими системами и обеспечивать им оптимальную эффективность.

Кроме стандартных и широко известных режимов поддержания перепада давлений, Wilo-Stratos MAXO включает в себя функции контроля и регулирования температуры и объёмного расхода. Также насос обладает возможностью переключения между режимами отопления и охлаждения, работы в режиме регулирования по «узкому месту» с помощью внешнего датчика перепада давления. Wilo-Stratos MAXO самостоятельно ограничивает максимальную подачу при активной функции Q-Limit max и обеспечивает заданную минимальную подачу в пределах своей производительности при Q-Limit min.

Среди прочих преимуществ новинки — возможность ввода номинальной рабочей точки для режима Δp–V, встроенный счётчик энергии отопления/охлаждения и возможность распознавания режима термической дезинфекции, которая позволяет добиваться максимальной гигиеничности в системах ГВС.

Viessmann

Конденсационный газовый настенный котёл Vitodens 050-W тип BPJC

Компания ООО «Виссманн» сообщила, что с 2019 года на российском рынке для реализации в розничной торговой сети стал доступен новый конденсационный котёл Vitodens 050-W тип BPJC. Новая модель относится эконом-сегменту котлов и призвана навязать прямую конкуренцию моделям традиционных котлов.

Котёл Vitodens 050-W представлен одной модификацией и имеет следующие основные характеристики: тепловая мощность при работе в режиме отопления — 24 кВт (50/30 °C) и 22,1 кВт (80/60 °C); тепловая мощность при работе в режиме ГВС — 29 кВт; диапазон модуляции горелки — 25–100 %; приготовление ГВС — встроенное через пластинчатый теплообменник, двухконтурные котлы; уровень звуковой мощности (согласно EN 15036-1) не более 46 дБ(А).

Данная модель вобрала в себя испытанные разработки компании Viessmann, применяемые на котлах Vitodens 100-W и 200-W.

Котёл оснащён теплообменником Inox-Radial, изготовленным из нержавеющей стали и обоснованно заслужившим высочайшую репутацию в России. Высочайшую надёжность котла Vitodens 050-W компания Viessmann подтверждает предоставлением расширенной гарантии на теплообменник — 10 лет.

В конструкции котла Vitodens 050-W тип BPJC используется инфракрасная горелка MatriX, также применяемая на котлах Vitodens 100-W и позволяющая значительно снизить выбросы вредных веществ в атмосферу при работе котла, которая обладает широким диапазоном модуляции и обеспечит полноценную работу котла в широком диапазоне давления магистрального газа.

ГК «СТТ»

Контроль протечек воды – кран Neptun Profi

Группа компаний «Специальные системы и технологии» представила новинку в линейке оборудования для систем контроля протечек воды — шаровый кран с электроприводом Neptun Profi. Новый продукт — собственная разработка компании, предназначенная для систем контроля протечек воды Neptun. Ранее в качестве комплектующих данной установки безальтернативно применялись оригинальные шаровые краны Bugatti Valvosanitaria. Появление новинки позволит ГК «СТТ» снизить зависимость от импортного поставщика и дать пользователям возможность выбора.

В основу кранов Neptun Profi легли разработки R&D-центра ГК «СТТ», что отразилось на технических показателях. Во-первых, существенно расширился ассортимент диаметров кранов. В линейке Neptun Profi представлены диаметры ½″, ¾″, 1″, 1¼″, 1½″ и 2″. В кране Neptun Profi увеличены резьбовые части, а также толщина стенки корпуса около шара (самая уязвимая во всей конструкции) с 1,5 до 2 мм, добавлены ребра жёсткости. Это серьёзное преимущество как для конечных потребителей, так и для монтажников. Рабочие показатели Neptun Profi — давление до 40 бар и температура до 120 °C — делают возможным применение кранов для решения серьёзных промышленных задач.

Использование кабельного ввода M10 увеличивает степень защиты IP до 65 и позволяет применять провода большего сечения для удобства в монтаже.

Минстрой России

Минстрой разработал «BIM-поправки» в Градостроительный кодекс РФ

Стартовал один из важных этапов внедрения BIM в России. Минстрой разработал и опубликовал для общественного обсуждения на портале проектов нормативно-правовых актов поправки в российский Градостроительный кодекс о технологиях информационного моделирования (о BIM-технологиях).

Согласно данному законопроекту, в Градостроительный кодекс вводятся понятие «информационное моделирование» и «информационная модель объекта капитального строительства». При этом «установление правил формирования, ведения и использования, требований к составу, форме и содержанию» последней отнесено к полномочиям федеральных органов государственной власти.

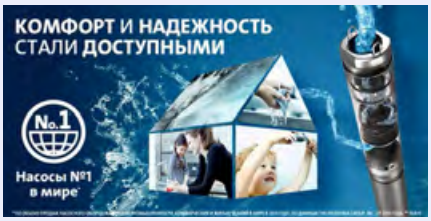
Как сказано в пояснительной записке к законопроекту, внедрение классификатора строительной информации позволит извлекать целый комплекс аналитических данных, в том числе: количество проектируемых, строящихся, эксплуатируемых объектов капитального строительства; количество квадратных метров введённого в эксплуатацию жилья; количество использованных строительных материалов; количество занятых в отрасли работников с разбивкой по административно-территориальным единицам, функциональному назначению, временным интервалам и специальностям, а в сочетании с классификатором строительных ресурсов — по объёмам затрат.

По информации raddomapro.ru

Grundfos

Интернет-коммерция «Грундфос»

Концерн «Грундфос» продолжает развивать направление интернет-коммерции. В конце января в социальной сети «ВКонтакте» открылся магазин компании, в планах — запуск электронного магазина в Facebook и включение в ассортимент насосов для крупных инженерных систем.



Интернет-магазин позволяет решить сразу несколько задач. Во-первых, удовлетворить потребность потребителя купить фирменную вещь напрямую от производителя. Во-вторых, здесь продаются товары, которые не всегда просто приобрести через дилеров и в розницу — например, комплектные решения, сложные нишевые продукты, принадлежности и аксессуары. В-третьих, это площадка, которая позволяет пробовать новые инструменты продвижения и лучшие из них рекомендовать партнёрам компании. Кроме того, интернет-магазин — хороший канал обратной связи с покупателями.

В интернет-магазине **shop.grundfos.ru** представлены насосы для частного домостроения — всего более 500 наименований. Однако в будущем компания не исключает возможности расширения ассортимента за счёт насосов для инженерных систем многоквартирных, коммерческих, промышленных зданий.

Haier

Обновление модельного ряда кондиционеров Haier

В 2019 году компания Haier снимет с производства сплит-системы Tibio, а вместо них выпустит на рынок обновлённую линейку настенных кондиционеров серии Leader. Новинка от Haier представлена в моделях инверторного и неинверторного типа. Сплит-системы Leader On/Off уже знакомы покупателям кондиционеров Haier, так как они появились в 2018 году. Обновлённая серия настенных кондиционеров Leader выполнена в стильном дизайне и отлично впишется в интерьер современного помещения.

Некоторые преимущества новинки: пониженное энергопотребление сплит-системы и экономичность работы благодаря классу энергоэффективности A/A; низкий уровень шума — до 22 дБ(А) для модели мощностью 2,2 кВт, что обеспечивает повышенный уровень комфорта для человека; удобный пульт дистанционного управления с русскоязычной клавиатурой; антибактериальный фильтр эффективно очищает воздух от пыли, пыльцы, пуха, а также нейтрализует болезнетворные микроорганизмы и бактерии; таймер на 24 часа в течение суток поддерживает заданные пользователем параметры микроклимата в помещении; наличие водоотталкивающего и антикоррозионного покрытия теплообменника Blue Fin, а также системы защиты компрессора от частого перезапуска, продлевают срок службы сплит-системы.

«Эго Инжиниринг»

Улучшен балансировочный клапан TA-STAD

Компания «Эго Инжиниринг» представила балансировочный клапан TA-STAD с улучшенными характеристиками. Продукция доступна в различных типоразмерах и конфигурациях. Балансировочный клапан TA-STAD используется во вторичном контуре систем тепло- и холодоснабжения, а также в системах водоснабжения, обеспечивая точность гидравлического режима. В новой версии клапана точность регулировки низкого расхода увеличена с 15 до 10%. Клапан TA-STAD получил класс давления PN25 (в прошлой версии PN20), что позволяет применять продукцию в высотных зданиях. Также он имеет безопасную крышку, выдерживающую более высокие температуры. Среди улучшений клапана новая эргономичная рукоятка, компактный корпус и новая, более прочная упаковка.

«Дюйм»

Специальные термостаты Uni-Fitt

В ассортименте термостатов Uni-Fitt дебютировала линейка специальных термостатов. Продукция производится из высококачественных материалов и компонентов на заводе в Италии, оснащённом современным и высокотехнологичным оборудованием. Специальные термостаты Uni-Fitt решают задачи автоматического поддержания заданных значений температуры теплоносителя в системах отопления и горячего водоснабжения или в отдельных её элементах — котлах и бойлерах.

В ассортименте компании «Дюйм» представлены следующие модели специальных (НО/НЗ) термостатов Uni-Fitt: термостат накладной, модель BRC; термостат погружной, длина гильзы 100 мм, модель TC2; термостат капиллярный, длина капиллярной трубки 1500 мм, модель TR2. Управление термостатами осуществляется регуляторами установки температуры со шкалой от 0 до 90 °C (от 20 до 90 °C — накладной термостат). Питание от сети 220 В.

Новая линейка специальных термостатов Uni-Fitt — это надёжное и доступное решение для автоматизации элементов систем отопления.

testo

Новый анализатор дымовых газов testo 300 – лёгкое решение сложных задач

Компания Testo — немецкий производитель измерительного оборудования — представила новый анализатор дымовых газов testo 300 с технологией smart-touch. Этот профессиональный трёхячеечный газоанализатор для настройки котлов и горелок оснащён высокоточным датчиком давления, способным с точностью до 0,5 Па производить измерения тяги в дымоходе.

Преимущества: улучшенные сенсоры с шестилетним сроком службы и функцией автоматического расширения диапазона измерений по каналу CO до 30000 ppm; легкозаменяемые универсальные зонды, обеспечивающие высокую степень гибкости во всех областях применения; прочный пятидюймовый HD-дисплей — все измеряемые величины на одном экране; создание и отправка отчётов непосредственно с места проведения замера по сети Wi-Fi. Новинка была представлена на выставке Aquatherm Moscow 2019.

Clivet

Новые возможности улучшенной VRF-системы Clivet MSAN-XMi

До настоящего времени внешние блоки VRF-системы MSAN-XMi типоразмеров от 80M до 450T могли работать только со специализированными внутренними блоками, оснащёнными соответствующей автоматикой. Вследствие чего применение данных внешних блоков для работы с центральными кондиционерами было невозможно, так как автоматика установок подбиралась индивидуально и не стыковалась с автоматикой блоков системы VRF. Разработка специализированного блока управления позволила состыковать внешние блоки MSAN-XMi с приточными установками и любыми внутренними блоками любого производителя. Блок управления, устанавливаемый на жидкостной линии, имеет встроенный электронный ТРВ, блок коммуникации сигналов и три температурных датчика, которые позволяют наружному блоку VRF-системы работать по принципу ККБ, плавно регулируя заданную температуру в помещении.

«Дюйм»

Механические и электронные термостаты от «Дюйм»

Бренд Uni-Fitt расширил линейку комнатных проводных термостатов, в которую вошли механические и электронные устройства. Термостаты Uni-Fitt производятся из высококачественных материалов на заводе в Италии, оснащённом передовым оборудованием. Изделия предназначены для индивидуального управления температурой воздуха в помещении при помощи встроенного датчика. В ассортименте компании «Дюйм» представлены следующие модели проводных термостатов Uni-Fitt: термостат комнатный механический проводной, модель TA5; термостат комнатный механический со светодиодом проводной, модель TA5; термостат комнатный механический со светодиодом и выключателем проводной, модель TA5; термостат комнатный электронный с дисплеем проводной, модель RT. Питание устройств осуществляется от сети 220 В.

WOLF НАСТРОЕН НА ТЕБЯ.

Профессиональные системы отопления и вентиляции из Германии

НОВЫЕ БЫТОВЫЕ ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ CWL-T-300 И CWL-F-150/300 ОТ WOLF ДЛЯ КВАРТИР И ДОМОВ

Гарантия чистого воздуха при закрытых окнах.

реклама

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

De Dietrich

Новинка De Dietrich Evodens

Компания De Dietrich представила новый газовый конденсационный котёл Evodens AMC, пришедший на смену линейке Innovens MCA. Строгий дизайн, простое подсоединение и внутреннее освещение для удобства обслуживания — котёл AMC легко установить и вписать в любой интерьер.

В серии котлов Evodens реализованы новые технические решения: латунный гидроблок для увеличения срока службы котла; управление Diematic Evolution с новым термостатом Smart TC°; система автоматического заполнения и подпитки Active Refill Technology. De Dietrich призывает потреблять меньше энергии, используя тепло водяного пара, содержащегося в дымовых газах. Diematic Evolution гибко управляет работой котла в зависимости от потребностей, модулирующая газовая горелка усиливает преимущества эффекта конденсации, при этом гарантируя слабые выбросы вредных веществ.

Первые итоги Aquatherm Moscow 2019

В 2019 году выставку Aquatherm Moscow посетили 29 879 специалистов, что на 9% больше результатов 2018 года и на 5% больше, чем предыдущий абсолютный рекорд выставки в 2017 году. Стенды 770 компаний (свыше 230 новых участников из 30 стран) были представлены на экспозиции более чем 38 тыс. м^2. В течение всех дней выставки с большим успехом состоялись 11 деловых мероприятий.

«Эго Инжиниринг»

Инструмент для монтажа аксиальных фитингов Pro Aqua

Компания «Эго Инжиниринг» представила новинку — инструмент для монтажа аксиальных фитингов собственного производства под брендом Pro Aqua. Набор качественного монтажного оборудования используется для соединения труб PE-Xa и PE-RT SDR 7,4 с системой аксиальных фитингов Pro Aqua.

Несложный процесс монтажа происходит в два этапа. Сначала при помощи расширителя диаметр трубы увеличивается до необходимого значения, указанного в специальной таблице размеров. Затем с помощью пресс-инструмента происходит сдвиг гильзы на фитинг, в результате чего образуется прочное герметичное соединение полимерной трубы и аксиального фитинга.

Весь набор инструментов упакован в удобный небольшой чемоданчик. В нём находятся: аксиальный механический ручной пресс; механический ручной расширитель для труб диаметром 16–32 мм; ножницы для резки труб диаметров 16–32 мм; насадка расширителя для трубы 16×2,2 мм; насадка расширителя для трубы 20×2,8 мм; насадка расширителя для трубы 25×3,5 мм; комплект пресс-зажимов 16/20; комплект пресс-зажимов 25/32.

«Даичи»

Новые модели ККБ Kentatsu KHHB

Новые компрессорно-конденсаторные блоки Kentatsu KHHB — недорогое и эффективное решение для кондиционирования объектов небольшой площади. Блоки работают только в режиме охлаждения. Три модели KHHB35 / 53 / 71SCFAN1 (3,2 / 5,3 / 7,1 кВт) выпускаются в новом корпусе «огранённой» формы. Блок с индексом 71 меньше и легче, чем аналогичный блок предыдущего поколения. Благодаря изменениям конструкции удалось повысить энергоэффективность блоков, снизить уровень рабочего шума на 4–5 дБ(А) и уменьшить необходимое системе количество хладагента. Kentatsu KHHB могут работать с теплообменниками центральных кондиционеров Kentatsu или других производителей. ККБ и теплообменник соединяются между собой трубопроводом хладагента при помощи комплекта из терморегулирующего вентиля, соленоидного клапана и фильтра-осушителя.

«Компания МВ»

Электрокотёл Wattek Eltek-2 L промышленной серии

ООО «Компания МВ» представила новинку — электрический котёл нового поколения Wattek Eltek-2 L промышленной серии мощностью 78, 90 и 108 кВт. Eltek-2 L промышленной серии входит в семейство передовых отопительных электрических котлов Eltek второй серии, включающей широкий модельный ряд, различающийся по назначению, мощности и функционалу.

Промышленная серия электрических котлов Eltek-2 L отличается от аналогов широким функционалом управления котлом и мягким набором мощности, что позволяет задать точную температуру теплоносителя в отопительной системе.

Преимущества и особенности электрических котлов нового поколения Wattek Eltek-2 L промышленной серии: экономия электроэнергии; ТЭНы из нержавеющей стали с толщиной стенок 0,8 мм; мягкий набор мощности и бесшумность; интерфейс на русском языке; недельное/суточное программирование; работа с многотарифными счётчиками.

SODECA

Профессиональная вентиляция на кухнях от SODECA

На кухнях ресторанов, гостиниц, банкетных залов и т.п. температура неизбежно повышается. Тепло вырабатывается не только во время приготовления пищи, но также из-за использования посудомоечных машин, холодильников и печей. Всё это повышает температуру в помещении, в результате находиться в нём некомфортно и вредно для здоровья, а работать сложно.

Компания SODECA рекомендует системы вентиляции и вытяжки собственного производства на профессиональных кухнях для достижения следующих целей:

1. Вытяжка воздуха, насыщенного запахами и загрязнённого частицами жира, а также удаление других газообразных продуктов, образовавшихся во время приготовления пищи.

2. Поддержание необходимых условий для здоровья, гигиены и удобства работников кухни.

3. Отвод тепла, обильно выделяемого путём конвекции и излучения.

4. Быстрое извлечение влаги, образуемой во время приготовления и мытья пищевых продуктов.

5. Циркуляция воздуха на кухне и в соседних помещениях для поддержания необходимой температуры.

6. Соблюдение действующих законов касательно пищевой гигиены, продовольственной безопасности и условий труда.

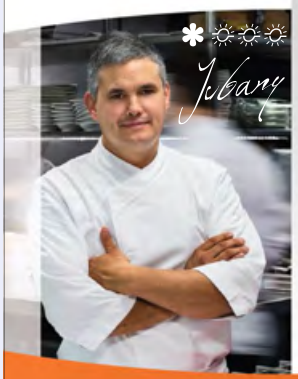
7. Лёгкость обслуживания и очистки всех элементов вытяжной вентиляции для получения требуемого уровня гигиены и экономии средств.

ВИЭ

Принят законопроект о производстве электроэнергии на объектах микрогенерации

По информации Минэнерго России, депутаты Государственной Думы Федерального Собрания РФ единогласно приняли в первом чтении законопроект «Об электроэнергетике», разработанный Минэнерго в части развития микрогенерации. Документ представляла статс-секретарь — заместитель министра российской энергетики Анастасия Бондаренко. В своём докладе она отметила, что законопроект разработан в соответствии с Планом мероприятий по стимулированию развития генерирующих объектов на основе возобновляемых источников энергии с установленной мощностью до 15 кВт, утверждённым заместителем председателя Правительства РФ. Принятие законопроекта упростит процедуру размещения объектов микрогенерации, предоставит их владельцам возможность продавать излишки вырабатываемой электроэнергии на розничных рынках. Анастасия Бондаренко пояснила, что объект микрогенерации — это объект по производству электроэнергии, функционирующий в том числе на основе ВИЭ, к которым относятся солнечная, ветровая, водная энергия с максимальной мощностью до 15 кВт. Примерами могут служить солнечные панели, устанавливаемые на крышах домов. Она пояснила, что законопроект будет способствовать развитию распределённой генерации в стране, отвечать целям, поставленным майским указом Президента РФ, работать на повышение надёжности энергосистем, а также позволит сгладить пиковые часы потребления и сократить затраты на потребление энергии.

Статс-секретарь подчеркнула, что для обеспечения безопасного функционирования внутридомовых инженерных систем законопроект не предполагает возможности установки систем микрогенерации в многоквартирных жилых домах.



“Я работаю на кухне двадцать лет и все эти годы я был уверен, что на кухне не может не быть жарко. Продукция компании Sodeca убедила меня в обратном. После того как на кухне Can Jubany установили их вытяжки, всё изменилось. Наша рабочая среда стала несоизмеримо лучше!”

Нанду Джубани (Nandu Jubany)
Шеф-повар ресторана Can Jubany (Испания)

СИСТЕМЫ ВЫТЯЖКИ И ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КУХОНЬ**

CKD и CKDR

Установки вытяжной вентиляции (400°C, 2 ч) с большими дверцами для удобства обслуживания и звукоизолирующей панелью

CHT и CVT

Центробежные вытяжные вентиляторы (400°C, 2 ч) для монтажа на крыше

EFFICIENT WORK

Вытяжные вентиляторы, в том числе с бесколлекторными синхронными двигателями IE4, и воздухозаборные вентиляторы для кухонь в ресторанах

SODECA

ООО «СОДЕКА»
140180, РФ, Московская обл., г. Жуковский, ул. Мясищева, д.1, офис 603
Бизнес-центр «Чайка»
Тел. +7 (495) 955-90-50
E-mail: alifanov@sodeca.com

www.sodeca.ru

На правах рекламы.

Pipeman-2018

Закрытие монтажного сезона Pipeman-2018

Состоялось «Закрытие монтажного сезона Pipeman-2018». Только яркие моменты остались в памяти всех участников мероприятия. В начале встречи собственники компании Олег и Денис Окуловы подвели итоги монтажного сезона Pipeman-2018. Одним из самых ожидаемых событий вечера был выбор «Лучшей котельной 2018». Конкурсантов заранее

оценивали специалисты регионального масштаба. Победителя в этом году по традиции наградили поездкой на завод отопительных, вентиляционных систем в Германию. Кульминацией мероприятия стало вручение главного приза победителю акции «Максимальный комфорт» — автомобиля Lada Largus.

На «Закрытии монтажного сезона», как всегда, царила атмосфера профессионального братства, установления тёплых дружеских отношений между компаниями и монтажными партнёрами.

Hansa Energietechnik

Сервопривод с искусственным интеллектом

Компания Hansa Energietechnik в мае 2019 года представит на российский рынок новый продукт — электротермический сервопривод с чипом искусственного интеллекта. Сервопривод EGO — это инновация на рынке «умной» автоматики. EGO призван поменять «правила игры» в вопросах гидравлической балансировки и распределения тепла.

Разрабатывая сервопривод EGO, специалисты компании Hansa Energietechnik стремились решить главные проблемы, которые возникают в контексте вопросов гидравлической балансировки. Во-первых, балансировка отнимает время и требует расчётов. При этом расчёт делается с учётом требований СНиП по условиям «холодной пятидневки», а в остальные 360 дней в году система перерасходует тепловую энергию, так как внешние условия не столь экстремальны. Кроме того, расчёт и балансировка делается один раз и дальнейшую модернизацию системы отопления при перепланировке или переустройстве помещений трудно реализовать.

Решение было найдено инженерами фирмы Straub KG совместно с Университетом прикладных наук Эсслинген (HS Esslingen, Германия). В течение нескольких лет специалисты из исследовательской группы изучали гидравлические системы с разными параметрами и моделировали процессы, происходящие при их балансировке. Результатом работы стал микрочип искусственного интеллекта KI-chip, оснащённый алгоритмами «умной» самобалансировки и функцией контроля скорости протока Intellegent Flow Control, который был интегрирован в новую модель электротермического сервопривода.

«Сантрек»

Потребителям стали доступны электрические сушилки PUFF

Компания «Сантрек» расширила ассортимент электросушителей для рук включив в состав популярный бренд PUFF. Теперь клиентам доступны более 25 моделей сушилок различного дизайна и мощности.

Электросушители с пластмассовым корпусом идеально подходят для оборудования общественных мест. Они имеют компактные размеры и достаточно низкую стоимость. В домашних условиях такая сушилка прослужит много лет, при этом потребляя минимум энергии. Электросушители с корпусом из нержавеющего металла имеют стильный дизайн и органично вписываются в современные санузлы. Приборы обладают повышенной прочностью и антивандальной защитой, могут монтироваться в местах общего пользования с высокой проходимостью. Погружные электросушители дают мощный поток воздуха, который за считанные секунды сдувает капли и делает руки сухими. Подходит для оборудования предприятий сегмента HoReCa, торговых и офисных комплексов.

Преимущества электросушилок для рук PUFF: сушка рук гигиеничным бесконтактным способом; экономия расходных материалов: полотенец, бумажных салфеток, мусорных корзин; удобство при использовании и обслуживании в общественных местах; долгий срок службы; высокие стандарты качества.

Danfoss

Новое поколение устройств плавного пуска MCD 600

Новое поколение устройств плавного пуска MCD 600 компании Danfoss представляет собой современное решение с интеллектуальным управлением и усовершенствованной защитой электропривода. Его применение обеспечивает наивысшие эксплуатационные характеристики оборудования, работающего с фиксированной скоростью. Среди новых функций «очистка насоса», способствующая удалению мусор с рабочего колеса без дополнительных устройств. Режим PowerThrough предназначен для управления двухфазным режимом при повреждении одной из трёх фаз, например, при коротком замыкании. Расширены возможности защиты привода и контроллера при перегрузке и скачках напряжения. Встроенный байпас гарантирует работу без гармонических искажений на максимальной скорости. В серии предусмотрено два диапазона напряжений — 3×200–525 В и 3×380–690 В, работа с токами от 20 до 579 А, возможна степень защиты IP00 или IP20.

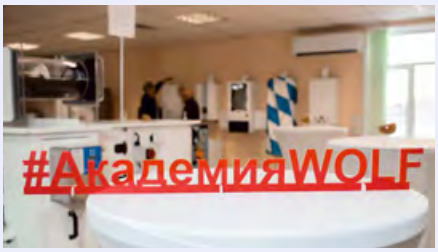
Sigma

Телеинспекционный робот предотвратил аварию на водоканале

В ходе профилактических работ на городском трубопроводе в Улан-Удэ сотрудники «Водоканала» с помощью телеинспекционного комплекса Sigma обнаружили трещину, которая могла привести к аварии. Специалисты «Водоканала» провели работы по замене коллектора в считанные дни. Диаметр трубопровода составил 500 мм, а протяжённость — 20 м. Для ремонта перекрыли небольшой участок автодороги. Что примечательно: отключение воды не потребовалось, жители продолжили пользоваться водой в обычном режиме. Телеинспекционный робот Sigma помогает не только предотвратить аварию. С его помощью стало легче планировать ремонтную кампанию. Проводя осмотр канализации камерой, можно увидеть всё, что происходит в колодце, и оценить степень повреждения.

WOLF

Открытие «Академии WOLF» 14 февраля в Подмосковье



День всех влюблённых, 14 февраля, компания WOLF провела с любимыми клиентами на открытии своей новой «Академии WOLF». В «Академии» планируется проводить семинары и встречи монтажников, технических специалистов, проектировщиков и дизайнеров, а также бесплатные консультации по оборудованию Wolf, работающие образцы которого выставлены в «Академии». Эльвира Богданова, генеральный директор WOLF, рассказывает: *«Локация в Московской области была выбрана неслучайно. В черте города невозможно подключить газовое оборудование и установить вентиляцию, поэтому мы долго искали отдельно стоящее здание со своей котельной и возможностью вмешаться в проект фасада. Ведь обучение потребителя на полностью работающем оборудовании гораздо действеннее, чем просто на картинках»*. Оборудование, представленное в «Академии», демонстрирует всю продуктовую линейку Wolf: газовые котлы, климатическое оборудование, бытовая вентиляция, тепловые насосы и автоматика. Ближе к тёплому времени года на крыше здания будут установлены солнечные коллекторы. «Академия» открылась в ближайшем Подмосковье по адресу: Быковское шоссе, д. 88/1.

FRISQUET Paris

Приложение FRISQUETCONNECT

Мой котел всегда на связи

С приложением FRISQUETCONNECT представьте только, что Ваш смартфон управляет Вашим котлом…
…Вы можете уточнить информацию, изменить настройки, находясь при этом на прогулке, на диване, в любой комфортной обстановке

- Простая установка
- Небольшие размеры (мм) Ш 148 x В 104 x Т 29
- Высокая прочность
- Простое и интуитивное управление
- Подходит для всех котлов FRISQUET с автоматикой Visio

Приложение FRISQUETCONNECT доступно для смартфонов, планшетов и компьютеров, скачивается бесплатно

Télécharger dans l'App Store
DISPONIBLE SUR Google Play

Традиции качества & инноваций для более 20 лет комфорта

- Frisquet — марка, известная всей Европе
- Широкая гамма продукции, сертифицированной в России
  - котлы EVOLUTION Visio, CONDENSATION Visio от 14 до 45 кВт
  - котельная Visio от 57 до 270 кВт (настенная или напольная)

ГАЗОВЫЕ КОТЛЫ
www.frisquet-russia.ru

На правах рекламы.

Успех конференции «BIM- и BEM-моделирование при проектировании инженерных систем»

14 февраля в рамках выставки Aquatherm Moscow 2019 с успехом прошла организованная журналом С.О.К. (подразделение «С.О.К. — Конференции») и компаниями Reed Exhibition и ITE конференция «BIM- и BEM-моделирование при проектировании инженерных систем зданий и сооружений». По совокупным данным ITE (считыватели штрих-кодов) и регистраторов от журнала С.О.К. мероприятие посетили 411 профессионалов отрасли.

Полная видеозапись конференции «BIM- и BEM-моделирование при проектировании инженерных систем зданий и сооружений»

Материал подготовлен Александром ГУДКО, главным редактором журнала С.О.К.

Для обмена мнениями по важному тренду в сегменте проектирования собрались ведущие эксперты по BIM и BEM-технологиям, представители компаний-поставщиков программного обеспечения, профильных консалтинговых компаний и производителей оборудования, заинтересованных в использовании «цифровых двойников» своей техники. В зале мероприятия присутствовали представители проектных организаций с опытом внедрения BIM-моделей, а также представители монтажных и эксплуатирующих организаций, регулирующих органов, учебных заведений, профессиональных объединений и другие специалисты в области инженерного обустройства зданий и сооружений.

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

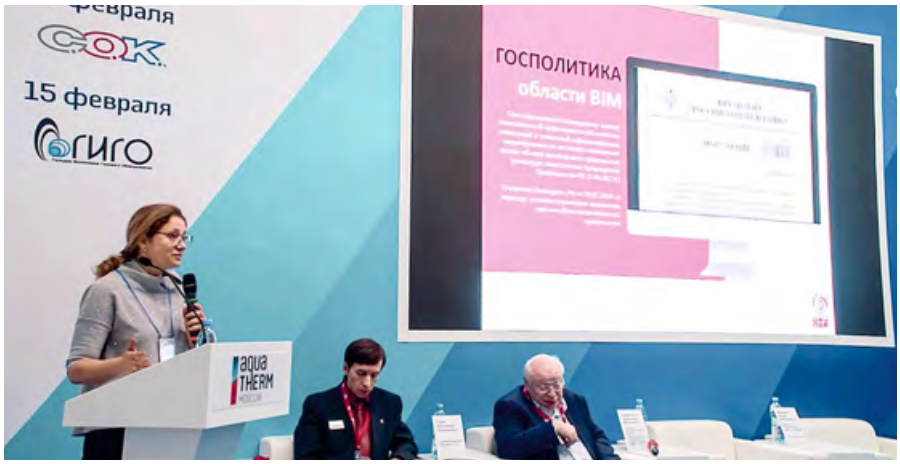
Со вступительным словом к собравшимся специалистам обратился модератор конференции, главный редактор журнала С.О.К. **Александр Гудко**. Он отметил, что BIM-моделирование набирает обороты в России. *«Через непродолжительное время данное направление станет не только вызывающим интерес, как прогрессивная технология проектирования, но и обязательным элементом процесса создания проектов»*, — констатировал модератор. Это означает, что назрел момент, когда много дискуссий на данную тему не бывает. Александр Гудко выразил надежду на то, что конференция внесёт свой посильный вклад в расширение использования BIM и BEM при проектировании отечественных инженерных систем.

Участников конференции поприветствовал от имени президента НОПРИЗ Михаила Посохина и от себя лично **Александр Гримитлин**, президент АС «АВОК Северо-Запад», вице-президент, член Совета, координатор НОПРИЗ по Северо-Западному федеральному округу. Александр Гримитлин подчеркнул важность темы, выбранной организаторами конференции, и обозначил основные задачи и проблемы этого направления. Президент АС «АВОК Северо-Запад» принял активное участие в последующих дискуссиях.

От лица Игоря Мещерина, президента Национальной палаты инженеров и члена Совета НОПРИЗ, передала приветствие **Елена Колосова**, вице-президент Национальной палаты инженеров. В своём докладе Елена Колосова рассказала о том, что технологии информационного моделирования всё больше распространяются как за рубежом, так и в России. Докладчик отметила, что в РФ практические примеры применения BIM-технологий в основном наблюдаются у коммерческих заказчиков и эксплуатирующих организаций.

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

Спикер рассмотрела текущее состояние внедрения BIM-технологий в Российской Федерации в разрезе основных участников инвестиционно-строительного проекта. Также Елена Колосова поделилась опытом взаимодействия с европейскими коллегами в рамках рабочей группы по BIM Европейского совета инженерных палат (European Council of Engineers Chambers, ECEC).



Выступление Елены Колосовой, вице-президента Национальной палаты инженеров

О том, как с помощью технологий BIM и BEM экономить шесть миллионов рублей в год на эксплуатации здания, рассказала **Вера Бурцева**, генеральный директор Группы компаний «Бюро Техники». Можно ли на этапе проектирования определить расходы на ресурсы, которые возникнут при эксплуатации объекта? Оценить энергоэффективность объекта в деньгах? Насколько это точные данные и можно ли на них опираться? Ответы на эти вопросы спикер дала на примере реального кейса.

«Автоматический анализ модели REVIT и последующий расчёт термических нагрузок — инновационные возможности программного обеспечения liNear»: эту тема раскрыла в своей презентации **Юлия Макарчук**, менеджер по развитию бизнеса в СНГ компании liNear GmbH (город Ахен, Германия). Слушатели познакомились с уникальными возможностями автоматического анализа моделей здания в REVIT напрямую через специально разработанный API моделей, который позволяет liNear решать бесчисленные задачи, возникающие в реальных проектах. Глубокий детализированный анализ позволяет выполнить высокоточный расчёт отопительной нагрузки в соответствии с российскими нормами и расчёт нагрузки на охлаждение в соответствии с ASHRAE.

Рассчитываются ли составные компоненты с их слоями, смоделированными в разных связанных файлах, как один термический элемент? Можно ли получить автоматическую разбивку неизолированного пола на четыре зоны? Сколько времени может занять анализ здания с более чем 5000 помещениями? Каким образом можно управлять данными расчёта термических нагрузок при проектировании в соответствии с BIM-технологиями? Ответы на все эти вопросы дала Юлия Макарчук в ходе доклада.

Выступление Юлии Макарчук, менеджера по развитию бизнеса в СНГ компании liNear GmbH

Выступление Веры Бурцевой, генерального директора ГК «Бюро Техники»

Выступление Александра Высоцкого, генерального директора компании Vysotskiy consulting

Александр Высоцкий, генеральный директор компании Vysotskiy consulting, представил профессионалам свой доклад **«Переход на BIM: о чём не говорят маркетологи. 20 минут о тёмной стороне инженерии в BIM»**.

По наблюдению спикера, в минувшем 2018 году все говорили о «волшебных» преимуществах BIM: ускорении проектирования, мгновенных и точных спецификациях, автоматическом поиске ошибок. Но за кадром остались «кровь, боль и слезы» проектировщиков. Увы, первые проекты получаются дольше, сложнее, а изменения затрагивают всю компанию.

Доклад Татьяны Морзевой, компания ООО «Бош Термотехника»

Докладчик рассказал о трудностях, подстерегающих проектировщика инженерных систем в процессе перехода на BIM. Александр Высоцкий показал, как лучше выстроить процесс внедрения BIM-технологий, обойти трудности и добиться впечатляющих результатов.

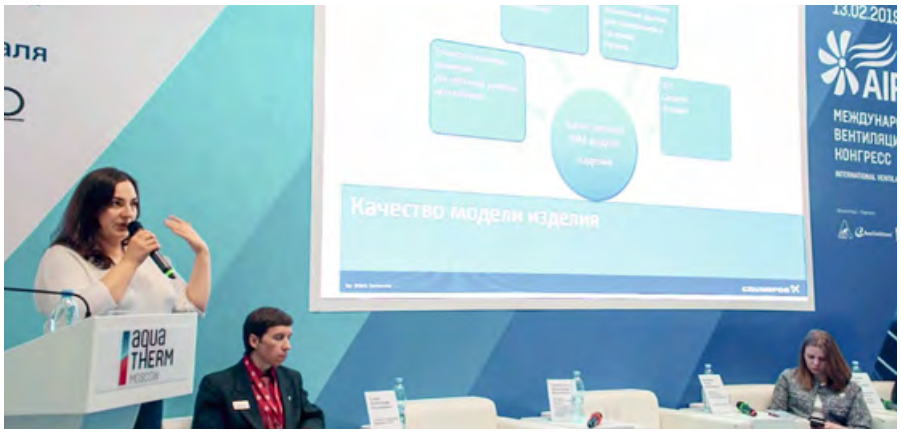
Опыт использования BIM в производственном сегменте описали в совместном докладе «**Цифровые технологии на службе у ведущих мировых производителей отопительного оборудования (опыт компании "Бош Термотехника")**» **Татьяна Морзева**, руководитель продуктового направления «Промышленное оборудование» компании «Бош Термотехника», и **Виталий Коновалов**, технический директор компании «Альянс инженеров и проектировщиков». В презентации спикеров шла речь о примерах применения передовых цифровых технологий компанией «Бош Термотехника».

По словам специалистов, явление и активное развитие BIM-технологий позволяет производителю предоставить участникам рынка (от проектных и монтажных организаций до конечного пользователя и эксплуатанта оборудования) больший набор опций и преференций. Татьяна Морзева поделилась опытом компании Bosch в деле внедрения BIM-технологий для отопительного оборудования собственного производства, а также рассказала о перспективах работы с BIM-платформами в Российской Федерации с точки зрения ведущего мирового поставщика высокотехнологичных и энергоэффективных решений.

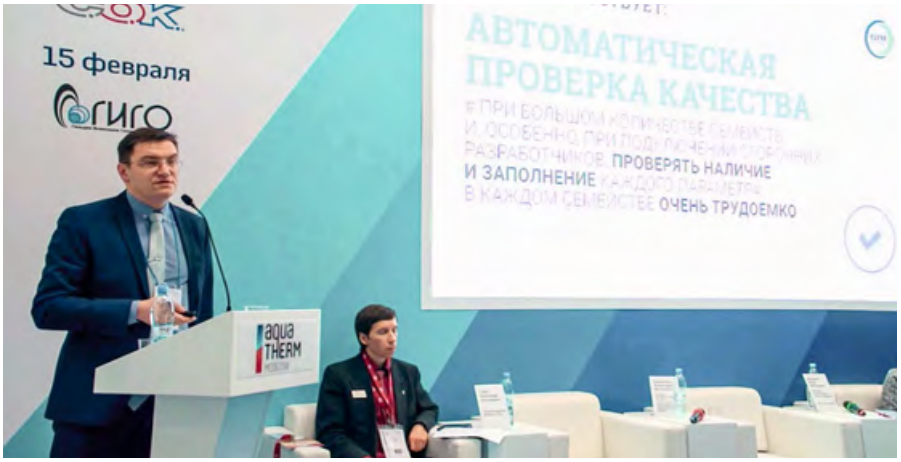
Александр Осипов, генеральный директор компании «Академия BIM», в рамках доклада «**Цифровые двойники инженерного оборудования. Сервисы, которые необходимы производителям и проектным командам**» затронул следующие актуальные для профессионалов темы: «Цифровые двойники — что это?», «Проблематика для проектировщика», «Проблематика для производителя оборудования», «Решение проблем двух сторон».

Выступление Ильи Завалеева, директора компании HPBS

Представитель международного производителя насосного оборудования, ведущий инженер компании ООО «Грундфос» **Анастасия Чиркова** рассказала слушателям, как производителю оборудования сделать «живой» BIM-контент для отечественного рынка. По словам Анастасии, проектирование инженерных систем зданий и сооружений в России выходит на качественно новый уровень и в первую очередь — благодаря обретающим законодательные формы технологиям информационного моделирования. Спикер



Выступление Анастасии Чирковой, ведущего инженера компании ООО «Грундфос»



Доклад Александра Осипова, генерального директора компании «Академия BIM»

поделилась более чем двухлетним успешным опытом создания уникального контента сложного инженерного оборудования, отвечающего требованиям отечественных заказчиков.

Важность энергомоделирования подчеркнул в своём докладе «**BEM: испытания проектных решений в области инженерных систем и архитектуры с помощью виртуального стенда**» **Илья Завалеев**, директор компании HPBS. Спикер рассказал о том, что технология цифрового моделирования была заимствована из авиакосмических и машиностроительных отраслей, где на этапе НИОКР проводят цифровое моделирование сложных

Выступление Петра Верещинского, президента компании SANKOM Sp. z.o.o. (Польша)

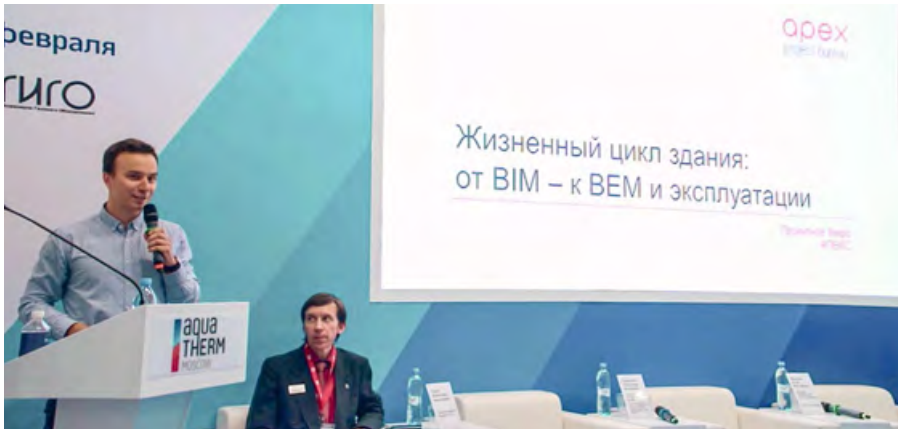
систем прежде, чем проводить физические испытания, которые очень дорогие, и прежде, чем запускать продукт в серийное производство.

Докладчик поведал о том, как аналогичное моделирование сегодня проводится в строительстве. Концепция, проект или рабочее решение загружается в виртуальный цифровой стенд. На цифровом стенде определяется, как будет функционировать здание, проверяется работоспособность систем, микроклимат, определяются энергетические нагрузки и проводится оптимизация решений.

Программы из серии Audytor, как новый подход к BIM-проектированию, представил в своём докладе **Пётр Верещинский**, автор программ из серии Audytor, президент компании SANKOM Sp. z.o.o., (город Варшава, Польша) и его коллега. Программное обеспечение для проектирования инженерных систем является одним из основных инструментов работы современного проектировщика, считают спикеры. Компания SANKOM Sp. z.o.o. имеет почти 30-летний опыт в разработке программного обеспечения для проектирования систем отопления и водоснабжения. В 2017 году SANKOM разработала профессиональные версии программ из серии Audytor, позволяющие с помощью специальных плагинов взаимодействовать с Autodesk Revit.

Дмитрий Климов, руководитель проектов инженерного отдела, руководитель группы ОВиК компании APEX project bureau, и **Дмитрий Иванов**, к.т.н., руководитель группы математического моделирования, LEED Green Associate, ASHRAE BEMP компании APEX project bureau, в докладе «**Жизненный цикл здания: от BIM к BEM и эксплуатации**» отметили, что расчёт инженерных систем здания по сегодняшним российским нормативам не даёт полного представления об изменениях нагрузок в зависимости от внешних условий. Благодаря энергетической модели можно оценить заложенные в проект решения, проанализировать альтернативы, оптимизировать показатели энергопотребления. Докладчики рассказали, какой путь проходит энергетическая модель здания от этапов создания и формирования требований до эксплуатации.

Выступление Татьяны Яцюк, инженера-архитектора Агентства «Содействие»



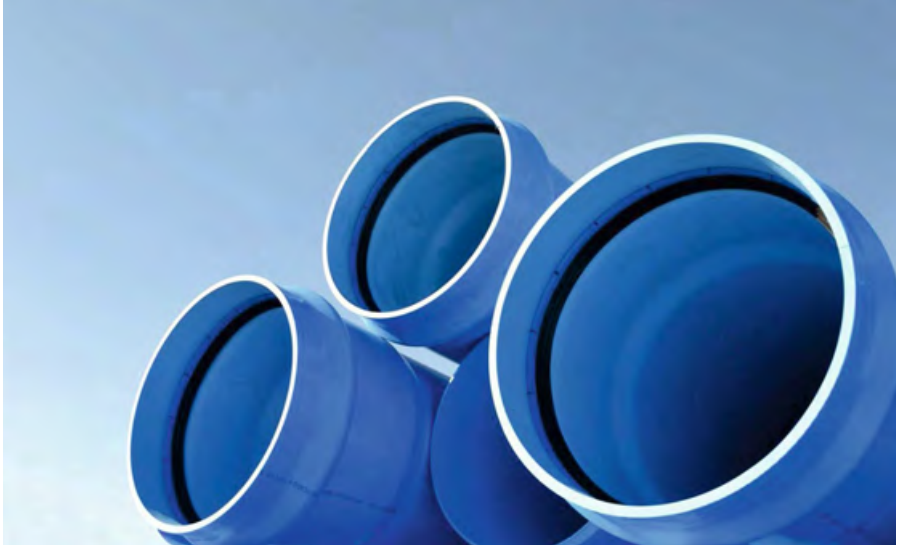
Доклад Дмитрия Климова, компания APEX project bureau

В заключение профессионалы ознакомились с презентацией «**Применение BIM- и CFD-технологий для строительства энергоэффективного дома**», в которой **Ильдар Султангузин** (профессор НИУ «МЭИ», сертифицированный проектировщик «пассивных домов»), **Татьяна Яцюк** (инженер-архитектор Агентства проектного консалтинга «Содействие») и **Дмитрий Кругликов** (магистр НИУ «МЭИ» по специальности «Промышленные теплоэнергетические системы», инженер-проектировщик компании Turkov) показали, как можно создать комфортную среду, включающую в себя зонирование дома и участка с учётом потребностей и задач жизнедеятельности, выбрать объёмно-планировочное решение дома и других построек с учётом окружающего пространства, определить оптимальное расположение и взаимосвязь всех инженерных систем.

В докладе спикеры привели пример BIM- и BEM-проектирования частного энергоэффективного дома, возведённого в Московской области. Объёмно-планировочные, конструктивные и инженерные решения прорабатывались в программном комплексе ArchiCAD Graphisoft. Был произведён расчёт и подбор систем отопления с помощью «Пакета проектирования пассивного дома». BIM-модель экспортировалась в программный пакет ANSYS Fluent, в котором методом конечных элементов рассчитывались поля температур и скорости в каждой точке BIM-модели.

Все презентации спикеров были прослушаны участниками конференции с неподдельным интересом, который не ослабевал до самого конца мероприятия. О неугасаемом интересе к теме BIM и BEM-моделирования и опыту, транслируемому докладчиками, свидетельствовал зал, остающийся заполненным с утра и до вечера — до слов модератора, поблагодарившего спикеров и слушателей за участие в мероприятии и выразившего надежду на продолжение данной дискуссии в ходе последующих мероприятий.

Всем заинтересованным в получении пакета материалов конференции профессионалам, присутствовавшим на конференции и не имевшим такой возможности, просим присылать запрос по адресу: **a.gudko@mediatechnology.ru**. *В пакет материалов входят: презентации спикеров, статейные версии докладов, а также полная видеозапись мероприятия.*



О высокоэффективных напорных трубах из ПВХ последнего поколения

В 2015 году в Евразийско-Азиатском экономическом союзе (ЕАЭС), членом которого является и Россия, началось производство [1] труб из ориентированного поливинилхлорида ПВХ-О (табл. 1) и с 2016 года — их внедрение [2]. А уже с 2017 года в Российской Федерации начал действовать разработанный отечественными специалистами ГОСТ Р 56927–2016 [3] на такие трубы. Их особенности и рассматриваются в статье.

Автор: А.А. ОТСТАВНОВ, к.т.н., ведущий научный сотрудник ОАО «НИИМосстрой»; О.Г. ПРИМИН, д.т.н., заместитель генерального директора, ОАО «МосводоканалНИИпроект»; В.А. ХАРЬКИН, к.т.н., генеральный директор ООО «Прогресс»

До последнего времени в мировой практике трубопроводостроения использовалось несколько поколений труб из жёсткого ПВХ — PVC hard (из мягкого / пластифицированного ПВХ — PVC weich изготовляются шланги, в том числе армированные). Вначале (примерно с 1930-х годов) внедрялись трубы из винипласта (полихлорвиниловые, ПХВ). Затем (в 1950-е годы и далее) трубы из непластифицированного поливинилхлорида НПВХ-40, а потом использовались [4] трубы из НПВХ-60. Трубы из НПВХ-100 и НПВХ-125 используются до сих пор для устройства трубопроводов, транспортирующих холодные среды (≤ 40 °С).

Цифры соответствуют растягивающим напряжениям σ [кгс/см^2] в стенке трубы e, толщина которой определена по формуле Надаи:

$$e = \frac{0{,}5p(OD - e)}{\sigma},$$

где OD — наружный диаметр трубы; p — внутреннее давление воды, кгс/см^2. Значения σ, равные 100 и 125 кгс/см^2, приняты для труб путём деления значения минимальной длительной прочности НПВХ (на конец срока эксплуатации трубопровода 50 лет, транспортирующего непрерывно воду при температуре 20 °С) MRS [кгс/см^2] на коэффициенты запаса C = 2,5 и 2,0, соответственно ($\sigma = MRS/C$).

Почти одновременно с трубами из НПВХ стали применяться термостойкие (≤ 80 °С) трубы из дополнительно хлорированного поливинилхлорида ПВХ-Х. Трубы последнего поколения стали внедряться в практику начиная с 2010-х годов. С 2014 года на трубы из ПВХ-О распространяются требования международного стандарта [5], с учётом положений которого и разработан ГОСТ Р 56927–2016.

НПВХ представляет собой полимер с аморфной структурой, молекулярные цепочки которого расположены случайным образом. Путём растяжения при определённых значениях давления, температуры и скорости удаётся сориентировать молекулы полимера по направлению растяжения одновременно в радиальном и осевом направлениях, в результате чего получается материал ПВХ-О с лучшими характеристиками, чем у других трубных термопластов (табл. 2, 3).

Трубопроводы из труб из ПВХ-О DN = 90–800 мм обладают сроком службы 50 лет при внутренних давлениях PN до 25 бар, при которых напорные трубы из НПВХ не используются (табл. 4).

Путём растяжения при определённых значениях давления, температуры и скорости удаётся сориентировать молекулы полимера по направлению растяжения одновременно в радиальном и осевом направлениях, в результате чего получается материал ПВХ-О с лучшими характеристиками, чем у других трубных термопластов

Характеристики элементов труб из ПВХ-О 500 табл. 1

Трубы			Раструбы		Масса трубы с раструбом M^*, кг/м
наружный диаметр OD, мм	внутренний диаметр ID^*, мм	толщина стенки e^*, мм	наружный диаметр D_{max}, мм	длина $L_e \pm 5$, мм	
90	85,6 / 82,4	2,2 / 2,9	**117**	165	0,87 / 1,13
110	104,6 / 104,2	2,7 / 2,9	**140**	170	1,30 / 1,39
160	152,0 / 151,4	4,0 / 4,3	**197**	200	2,76 / 3,01
225	213,8 / 213,0	5,6 / 6,0	**271**	225	5,45 / 5,90
315	299,4 / 298,2	7,8 / 8,4	**374**	285	10,68 / 11,56
400	380,2 / 378,6	9,9 / 10,7	**472**	356	17,23 / 18,70

* Для PN, бар: 12,5 — в числителе и 16 — в знаменателе.

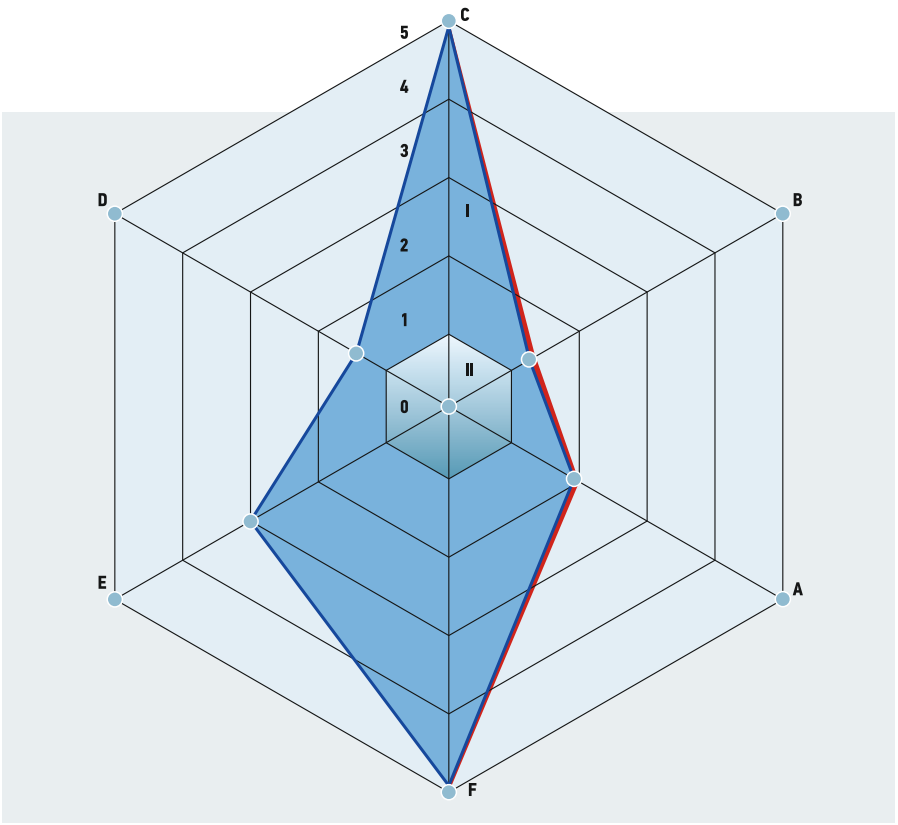


Рис. 1. Диаграмма свойств трубных поливинилхлоридов (**I** — ПВХ-О 500 и **II** — НПВХ; *A* — прочность, *B* — модуль упругости, *C* — ударостойкость, *D* — гибкость, *E* — сопротивление усталости и *F* — распространение трещин)

Физические характеристики трубного ПВХ-О 500 табл. 2

Характеристики	Значения
Плотность допустимая, кг/дм^3	1,35–1,46
Плотность реальная, кг/дм^3	1,39–1,43
Значение *k* (коэффицент Фикенчера) смолы ПВХ	> 64
Твёрдость по Шору (при 20 °С)	81–85
Коэффициент Пуассона	0,35–0,46
Теплостойкость по Вика, °С	> 80
Коэффициент линейного расширения, 1/°С	0,00008
Теплопроводность, ккал/(м·°С)	0,14–0,18
Удельная теплоёмкость (при 20 °С), кал/(г·°С)	0,20–0,28
Диэлектрическая жёсткость, КВ/мм	20–40
Диэлектрическая проницаемость, σ/см	> 1016
Шероховатость абсолютная k_a, мм	0,007
Шероховатость по Хазен-Вильямсу	150
Шероховатость по Маннингу	0,009

Механические свойства трубного ПВХ-О 500 табл. 3

Свойства / трубный термопласт	ПВХ-О 500	НПВХ	ПЭ-100	ПЭ-80
Минимальная длительная прочность *MRS*, МПа	50	25	10	8
Расчётная прочность σ, МПа	36	12,5	8	6,3
Кратковременной модуль упругости *E*, МПа	> 4000	> 3000	1100	900
Сопротивление растяжению осевому / поперечному, МПа	> 48 / > 90	> 48 / > 48	19 / 19	19 / 19
Твёрдость по Шору	81–85	70–85	60	65

Свойства труб ПВХ-О 500 Molecool* табл. 4

Свойства / значения для PN, бар	12,5	16,0
Минимальная длительная прочность *MRS*, МПа	50,0	50,0
Номинальное давление, бар	12,5	16,0
Давление разрыва при 20 °С через 50 лет / 10 часов, бар	17,5 / 25	22,4 / 30
Максимальное испытательное давление, бар	17,5	21,0

* По СТБ EN 805–2009 «Водоснабжение. Требования к системам водоснабжения и их компонентам, устанавливаемым вне зданий».

Трубы из ПВХ-О достаточно экономичны при производстве благодаря значительной экономии сырья (чистого ПВХ) и безвредны для окружающей среды в течение всего срока эксплуатации (вплоть до 100 лет). При этом с ориентацией молекул в поливинилхлориде связывается класс труб из ПВХ-О. Чем выше степень ориентации полимера, тем выше его механические свойства и, по этой причине, выше класс ПВХ-О, который определяется путём долговременного гидростатического испытания на прочность.

Молекулярная ориентация НПВХ, превращая его в ПВХ-О, улучшает не только прочность, но и некоторые другие свойства (рис. 1).

Трубы из ПВХ-О достаточно экономичны при производстве благодаря значительной экономии сырья (чистого ПВХ) и безвредны для окружающей среды в течение всего срока эксплуатации (вплоть до 100 лет). При этом чем выше степень ориентации полимера, тем выше его механические свойства и, следовательно, выше класс ПВХ-О

Наилучшие механические свойства материала, зависящие от молекулярной ориентации, присущи максимальному на сегодня классу ориентации 500 (класс ПВХ-О 500). Класс ориентированного поливинилхлорида обозначается цифрами, соответствующими *MRS* в [кгс/см^2] (рис. 2). Значения свойств (рис. 1), например, ПВХ-О 500 превосходят значения аналогичных свойств НПВХ: прочности — в два раза (шкала A), модуля упругости — на 30 % (шкала B), ударостойкости — в пять раз (шкала C), гибкости — на 35 % (шкала D), сопротивлению усталости — в два раза (шкала E) и распространение трещин — в пять раз (шкала F).

Так как прочность ПВХ-О 500 превосходит значения прочности НПВХ в два раза (шкала A), то у таких труб стенки получаются значительно тоньше, а внутренний диаметр — больше, чем у труб из НПВХ, при одних и тех же наружных диаметрах *OD* и внутренних давлениях PN. В результате пропускная способность трубопроводов из ПВХ-О 500, как указывают их производители, на 15–40 % выше, чем у трубопроводов из других материалов тех же размеров, например, для DN = 250 мм на 25 %, 35 % и 16 %, соответственно, чем у трубопроводов из труб из НПВХ, ПЭНД, ВЧШГ.

При одинаковых толщинах стенок трубы из ПВХ-О могут воспринимать внутренние давления, существенно превосходящие предельные значения, ограничивающие применение труб из НПВХ. Здесь следует обратить внимание на то, что трубы из ПВХ-О будут несколько уступать трубам из НПВХ по показателю кольцевой жёсткости *G* (табл. 5), несмотря на то, что модуль упругости ПВХ-О E_0 больше, чем модуль упругости НПВХ (на 30% — шкала B). Ведь у труб из ПВХ-О будет бóльшим *SDR* (отношение наружного диаметра *OD* к толщине стенки *e*: *SDR* = *OD*/*e*), а вклад указанных показателей в кольцевую жёсткость *G* таков: E_0 — прямо пропорциональный, а *SDR* — в третьей степени.

Существенным достоинством труб из ПВХ-О 500 является их ударостойкость (бóльшая в пять раз — шкала C, чем у труб из НПВХ) и гибкость (бóльшая на 35% — шкала D), что существенно увеличивает диапазон температур, при которых можно качественно и производительно осуществлять сборку трубопроводов из них — например, при более низких температурах, чем это принято для обычных труб из непластифицированного поливинилхлорида.

Высокая устойчивость труб из ПВХ-О 500 к воздействию ультрафиолетового излучения благодаря слоистой структуре, блокирующей распространение трещин, которые остаются только во внешних слоях, позволяет снизить требования к хранению труб — в частности, защиты их от инсоляции

Бóльшая в два раза сопротивляемость усталости (шкала E) труб из ПВХ-О 500, чем у труб из НПВХ, позволяет использовать их с успехом в напорных трубопроводах, подвергающихся знакопеременным нагрузкам, например, в разнообразных отраслях промышленности.

Также следует обратить внимание на то, что, хотя показатель «распространение трещин» (в пять раз бóльший у ПВХ-О 500, чем у НПВХ, — шкала F) для трубопроводов с раструбными соединениями, уплотняемыми резиновыми кольцами, не является существенным, тем не менее, он позволяет несколько понизить требования к учёту влияния царапин на стенках труб, которые нередко являются причинами преждевременного разрушения трубопроводов.

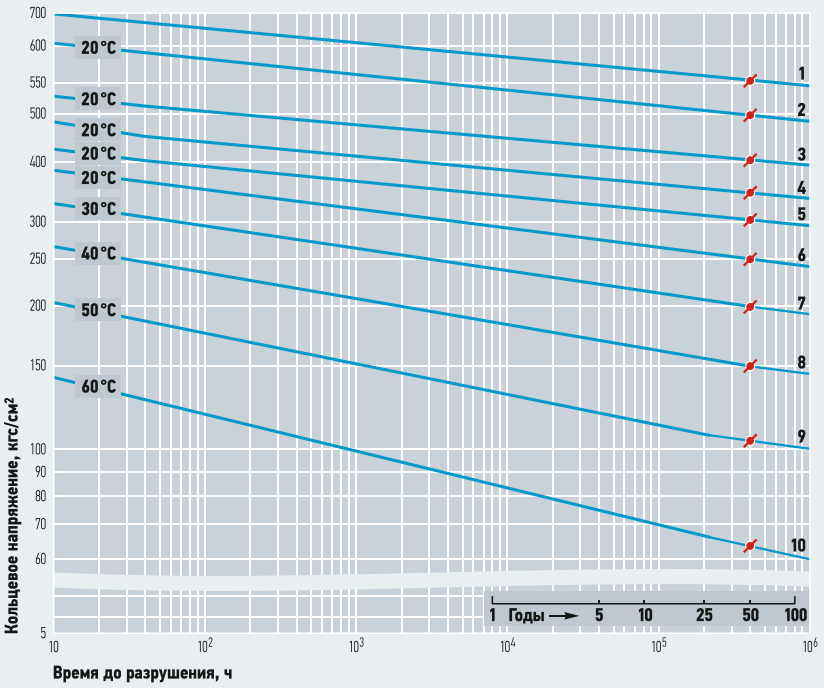


Рис. 2. Эталонные графики (точки соответствуют значениям *MRS*) длительной прочности труб

Высокая устойчивость труб из ПВХ-О 500 к воздействию ультрафиолетового излучения благодаря слоистой структуре, блокирующей распространение трещин, которые остаются только во внешних слоях, позволяет снизить требования к хранению труб — в частности, защиты их от инсоляции в течение относительно короткого времени, что является обязательным для труб из НПВХ. Ведь УФ-излучение вызывает появление микротрещин на поверхности НПВХ и других пластиковых труб, подверженных воздействию солнечного света в течение длительного периода времени. Известно, что трещины могут разрастаться в толще стенок труб и, консолидируясь, приобретают значительные размеры, что впоследствии может привести к преждевременному выходу трубопровода из строя. В течение сравниваемых временных интервалов этого не будет происходить с трубами из ПВХ-О 500, так как их эксплуатационные характеристики остаются практически неизменными. В этом убеждают изготовители труб из ПВХ-О, ссылаясь на положительные результаты проведённых ими сравнительных испытаний, в которых часть труб из ПВХ-О 500, подвергалась воздействию солнечного света в течение одного года, а другая (контрольная) — нет.

Более того, высокая прочность труб из ПВХ-О 500 существенно уменьшает вероятность образования царапин при погрузке/разгрузке и укладке их в траншеи до минимума, практически полностью исключая затраты времени на построечное устранение брака, иногда кратно превосходящее сборку труб из других материалов, в том числе и из НПВХ. Здесь же следует отметить и то, что (по оценке специалистов отделения инженерно-технических проектов Политехнического университета Каталонии, город Барселона) отдельных этапов жизненных циклов (ЖЦ: «*проектирование* → *монтаж* → *эксплуатация* → *ремонт* → *эксплуатация* → *утилизация*») трубы из ПВХ-О 500 *OD* = 110 мм потребляют энергии в 2,4 и 3,0 раза меньше, чем эквивалентные по пропускной способности трубы из НПВХ DN = 110 мм и ПЭНД *OD* = 125 мм, а по выбросам CO_2 — на 25% меньше, чем трубы из ПЭНД *OD* = 125 мм. К тому же ПВХ-О не требует специального захоро-

Кольцевые жёсткости труб из ПВХ-О 500 на PN = 12,5 и 16 бар табл. 5

DN, мм	*OD*, мм	*e**, мм	*SDR**	*SDR*[3]*	*E*, МПа	*SN**, кПа
110	110	2,7/2,9	40,7/37,9	–	–	–
160	160	4,0/4,3	40,0/37,2	–	–	–
225	225	5,6/6,0	40,2/37,5	–	–	–
315	315	7,8/8,4	40,4/37,5	–	–	–
400	400	9,9/10,7	40,4/37,4	–	–	–
Среднее			**40,4/37,5**	**65940/52734**	**4000**	**5,1/6,3**

* Для PN, бар: 12,5 — в числителе и 16 — в знаменателе.

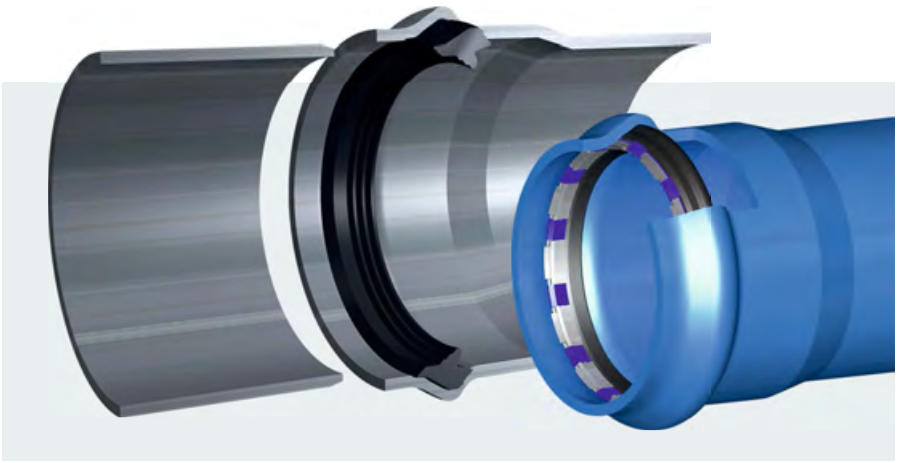


Рис. 3. Раструбное соединение труб из ПВХ-О уплотнителями типа Anger-Lock

нения, так как подлежит 100%-й переработке в другие изделия, как правило, высокого потребительского качества.

Из труб из ПВХ-О изготовляются фасонные соединительные части: двухраструбные отводы на 22,5° и 45° (табл. 6) и переходы (табл. 7), а также муфты — соединительные и надвижные (табл. 8).

Трубы из ПВХ-О между собой и с фасонными соединительными частями собираются надёжно и водонепроницаемо посредством имеющихся на них удлинённых раструбов с желобками/канавками, в которые устанавливаются специальные уплотнители (рис. 3).

Для сборки труб из ПВХ-О 500 между собой и с соединительными частями также из ПВХ-О 500 и ВЧШГ используются уплотнители Anger-Lock, которые имеют «трёхлепестковое» поперечное сечение и состоят из двух колец (рис. 3), скреплённых вместе. Одно из них — эластичное, изготовляется из синтетического каучука для обеспечения водонепроницаемости соединения при воздействии на него внутреннего давления воды.

Размеры [мм] двухраструбных отводов из ПВХ-О для PN = 16 бар табл. 6

DN, мм	D_{max}	L^*	Z^*	R	M^*, кг
110	140	490 / 555	70 / 105	165	1,0 / 1,1
160	200	585 / 680	95 / 145	240	2,4 / 2,9
200	245	655 / 770	110 / 175	300	4,3 / 5,1
250	305	765 / 910	135 / 215	375	6,4 / 7,7
315	375	885 / 1070	160 / 265	475	14,5 / 17,5
400	475	1045 / 1280	200 / 330	600	27,5 / 33,7

* Двухраструбные отводы на углы β = 22,5° в числителе и β = 45° в знаменателе.

Размеры [мм] двухраструбных переходов из ПВХ-О для PN = 16 бар табл. 7

DN / DN*, мм	D_{max}	L	Z	M, кг
110 / 75	140	405	80	0,8
110 / 90	140	390	60	0,8
160 / 110	200	485	110	2,0
160 / 140	200	4060	65	1,9
200 / 160	245	530	105	3,5
250 / 200	305	600	130	5,0
315 / 250	375	695	165	11,4
400 / 250	475	860	290	22,7
400 / 315	475	810	200	21,3

* Номинальные диаметры соединяемых трубопроводов.

Размеры [мм] муфт PN = 16 бар из ПВХ-О табл. 8

DN, мм	D_{max}	L	Z	M, кг
110	140	425	80	0,8
160	200	495	90	2,1
200	245	535	100	3,5
250	305	630	125	5,3
315	375	720	155	11,8
400	475	850	195	22,3

Другое кольцо — жёсткое, изготовляется из полипропилена с целью надёжно зафиксироваться (на заводе либо на строительной площадке) на своём посадочном месте (в желобке/канавке раструба). Это предотвращает любые смещения уплотнителя во время хранения, транспортировки и монтажа трубопроводов из труб из ПВХ-О 500. Эластичные (твёрдость эластомера IRHD 60 ± 5 ед.) кольца уплотнителей Anger-Lock производятся из специального EPDM-компаунда, химический состав которого обеспечивает высокое сопротивление к воздействию УФ-излучения, атмосферным воздействиям, окислению и озону, а также данный материал способен противостоять большинству кислых и щелочных растворов. Материал одобрен для контакта с питьевой водой в соответствии с BS 6920-1:2014 «Материалы и изделия неметаллические, используемые в контакте с питьевой водой. Оценка пригодности с учётом влияния на качество воды».

Кроме того, специальные испытания на герметичность, как утверждают специалисты фирмы Molecool, показали, что наличие на входе в раструб соединённых труб первого кольца уплотнителя из полипропилена не допускает проникновений твёрдых частиц — песка, камушков (они задерживаются первым лепестком) в место контакта эластичного второго кольца уплотнителя с поверхностью втулочного конца трубы, находящегося в раструбе. При этом полностью исключается возможность уменьшения площади контакта эластичного второго кольца с трубой при эксплуатации подземного трубопровода из труб из ПВХ-О 500. Заявленный фирмой Molecool срок службы уплотнителей Anger-Lock — более 100 лет.

Подобное раструбное соединение, обладающее высокой компенсирующей способностью, позволяет использовать трубы из ПВХ-О 500 при строительстве трубопроводов в районах с высокой сейсмичностью. Высокая сейсмостойкость трубопроводов обусловлена также слоистой структурой самого полимера ПВХ-О 500, которая обеспечивает трубопроводу гибкость и устойчивость в том числе и к точечным воздействиям.

Трубы из ПВХ-О предназначены в основном для траншейной прокладки трубопроводов. Ширину траншей по дну B [м] рекомендуется принимать с учётом наружного диаметра труб OD [мм] (B = 0,6; 0,85 и 1,1 для OD = 90–225; 315 и 400, соответственно), а также глубины заложения H [м] трубопровода (B = 0,6; 0,8; 0,9 и 1,0 при $H < 1$; $1 < H < 1{,}75$; $1{,}75 < H < 4$ и $H > 4$, соответственно).

Трубы из ПВХ-О можно прокладывать в траншеях и с криволинейным очертанием в плане (рис. 4), поскольку благодаря молекулярной ориентации НПВХ существенно улучшается деформационная способность материала, а дополнительные осевые напряжения в стенках труб от изгиба не являются опасными для напорных трубопроводов, и такие трубы можно изгибать «вхолодную» до 12° [8] без снижения их надёжности. Кривизна траншеи должна позволять укладывать трубопроводы из труб из ПВХ-О 500 с допустимыми для них смещениями относительно продольной оси, которые обеспечиваются взаимным поворотом соседних труб в раструбах на угол $\beta = 2°$, а также изгибом тел труб (табл. 9).

Качественная и производительная траншейная укладка трубопроводов из труб из ПВХ-О 500 по криволинейным трассам возможна либо при их засыпке грунтом соответствующего класса и группы, а также степени их уплотнения, либо установке на них упоров. Грунт и упоры должны воспринимать усилия N, наводящиеся в трубах при их изгибе и при наличии в трубопроводе внутреннего давления (табл. 10).

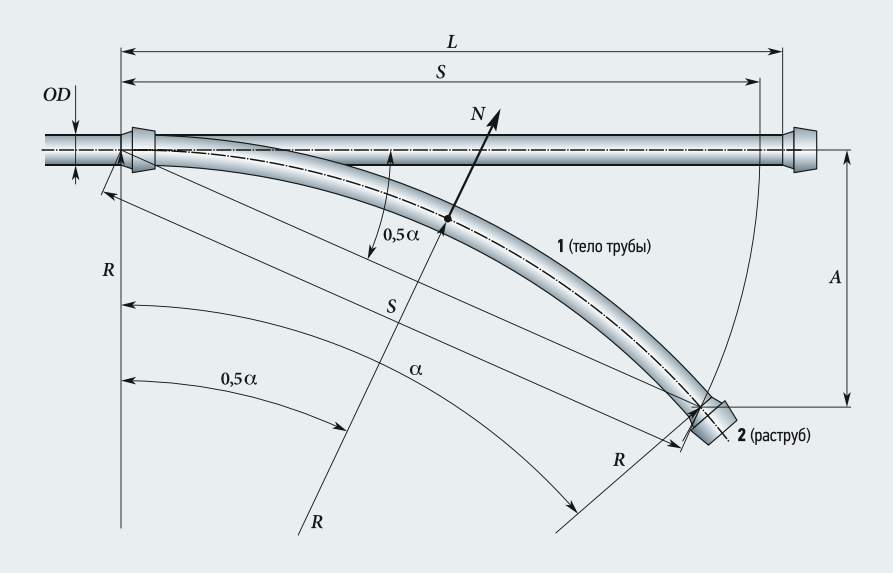


Рис. 4. Схема размещения трубопровода из труб из ПВХ-О 500 по криволинейной трассе

Трубы из ПВХ-О 500 весят меньше труб ($OD = 250$ мм и $PN = 16$ бар) из: ПВХ и ПЭНД — вдвое и высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) — в 6–12 раз. Благодаря малому весу трубами из ПВХ-О 500 можно манипулировать (поднимать и переносить), как правило, без использования строительной техники вплоть до $OD = 315$ мм, что существенно отражается на стоимости монтажа трубопроводов из них (рис. 5, *Ц*).

Монтаж трубопроводов из ПВХ-О 500 производится значительно быстрее, по сравнению с монтажом трубопроводов из других труб (рис. 5, τ), поскольку для их сборки (вплоть до диаметра 315 мм), благодаря особой конструкции соединений (рис. 3), можно обходиться без использования средств малой механизации, сварочного, а также другого монтажного оборудования.

Параметры расположения труб из ПВХ-О 500 в криволинейной трассе табл. 9

DN, мм	$R = 200OD$, м	$0{,}5\alpha^*$, град.	L, м	$S = 2R \times \sin(0{,}5\alpha)$, м	$A^{**} = S\sin(0{,}5\alpha)$, м	$B = R[1 - \cos(0{,}5\alpha)]$, мм	$\beta + 0{,}5\alpha$, град.
90	18	9,3	5,84	5,82	940	240	11,3
110	22	7,6	5,83	5,82	770	190	9,6
160	32	5,2	5,8	5,80	520	130	7,2
225	45	3,7	5,75	5,80	370	100	5,7
315	63	2,6	5,68	5,72	260	60	4,6
400	80	2,0	5,64	5,64	200	50	4,0

* $\alpha = 180L/(\pi R)$. ** При повороте труб в раструбах значение A следует увеличивать на 200 мм.

Усилия, создаваемое каждой трубой из ПВХ-О 500 длиной 6 м табл. 10

DN, мм	Значения усилия N [кН] при давлении в трубопроводе PN, бар					
	1	5	10	15	20	25
90	0,10	0,52	1,03	1,55	2,06	2,58
110	0,13	0,63	1,26	1,89	2,52	3,15
160	0,18	0,91	1,82	2,73	3,64	4,55
225	0,25	1,27	2,54	3,81	5,08	6,35
315	0,35	1,76	3,51	5,27	7,03	8,78
400	0,44	2,21	4,43	6,64	8,86	11,07

* При траншейной прокладке трубопровода по криволинейной трассе (рис. 4).

Цена труб из ПВХ-О 500 [9] (длиной 6 м, вкл. раструб) с 01.11.2016, без НДС табл. 11

DN, мм	90	110	160	225	315	400
Цена (для PN12,5 / PN16 бар), руб.	321,9 / 418,1	401 / 592	1021,23 / 1113,70	2016,5 / 2183,0	3951,60 / 4277,92	6375,1 / 6919,0

Цена труб из НПВХ с раструбом и уплотнителем [10] табл. 12

DN, мм	90	110	160	225	315	400
L, мм	6100	6120	6140	6160	6190	6220
Цена (для PN12,5 / PN16 бар), руб.	1069 / –	1594 / 1929	3349 / 4046	6621 / 8009	12 901 / 15 751	20 926 / 26 492

Цены на трубы из ПВХ-О 500 DN90–315 PN10; 12,5 и 16 бар длиной 6 м с учётом длины раструба, соответствующие действующим нормам, в разы меньше цен на трубы из НПВХ. Также ПВХ-О не утрачивает исходные возможности противодействовать агрессивным средам

Цены (табл. 11 [9]) на трубы из ПВХ-О класса 500 DN 90–315 PN10; 12,5 и 16 бар длиной $L = 6$ м с учётом длины раструба, соответствующие требованиям действующих норм (ГОСТ Р 56927–2016 «Трубы из ориентированного непластифицированного поливинилхлорида для водоснабжения. Технические условия» и ТУ 2248-001-33134879-2016 «Трубы напорные Molecool из ориентированного непластифицированного поливинилхлорида для водоснабжения. Технические условия»), в разы меньше цен (табл. 12) с 23 марта 2015 года [10] на трубы из НПВХ [11].

Здесь же следует отметить тот факт, что при ориентации поливинилхлорид не утрачивает исходные возможности противодействовать агрессивным средам, что позволяет расширить область применения таких труб и на устройство трубопроводов, транспортирующих различные среды (табл. 13).

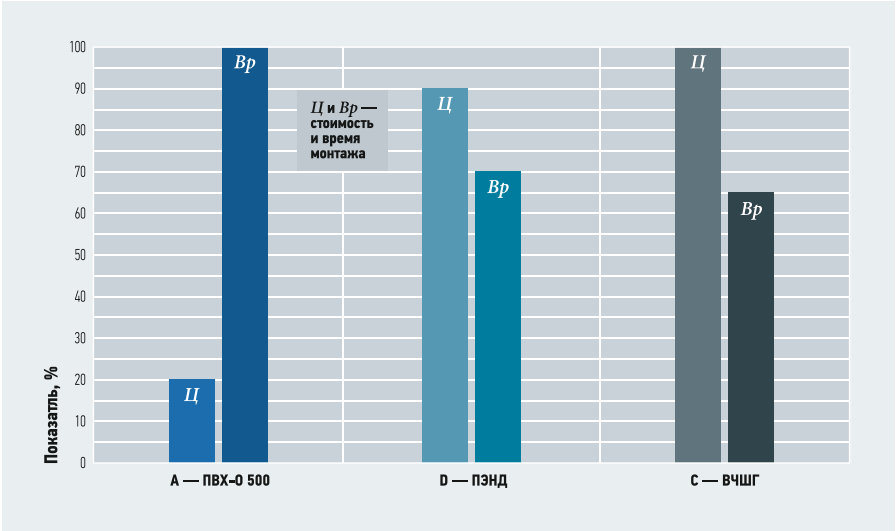


Рис. 5. Показатели монтажа напорных трубопроводов (для OD = 200–250 мм и PN = 16 бар)

При проектировании трубопроводных сетей рекомендуется [13] выбирать трубы из ПВХ-О по их внутреннему диаметру D на основании гидравлических расчётов с использованием соответствующих коэффициентов ($C = 150$, $k = 0{,}000007$ м и $n = 0{,}009$) в гидравлических формулах, оправдавших себя на практике за рубежом, а именно:

- Хазен-Вильямса: $V = 0{,}355\,C D^{0{,}63} i^{0{,}54}$

(российский аналог — формула (16) [14]);

- Прандтля-Колбрука-Уайта:

$$V = -2\sqrt{2gDi}\,\lg\left(\frac{k}{3{,}71D} + \frac{2{,}51\nu}{D\sqrt{2gDi}}\right)$$

(российский аналог — методика советского учёного-гидравлика, к.т.н. А.Я. Добромыслова, СП 40-102–2000);

- Маннинга: $V = \dfrac{R_h^{2/3}\sqrt{i}}{n}$

(российский аналог — методика советского учёного-гидравлика, академика Н.Н. Павловского [15] при $n = 0{,}01$), где V — средняя скорость, причём рекомендуются скорости, позволяющие избежать образования отложений (0,5–2,5 м/с в зависимости от диаметра трубы); C — коэффициент по Хазен-Вильямсу; i — гидравлический уклон, м/м; g — ускорение свободного падения, м/с²; k — коэффициент абсолютной шероховатости, м; ν — коэффициент кинематической вязкости, м²/с; n — коэффициент шероховатости; R_h — гидравлический радиус, м.

Химическая стойкость труб из ПВХ-О при 20 °С (выборка из [12]) табл. 13

Рабочая среда	Концентрация	Рабочая среда	Концентрация
Азотная кислота	40 %-й водный раствор	**Водорода перекись**	30 %-й водный раствор
Аммиак	Водный, насыщенный на холоде	**Гексан**	100 %-й, технический
Аммония карбонат	50 %-й водный раствор	**Этиленгликоль**	100 %-й
Аммония нитрат	Водный**	**Гликолевая (уксусная) кислота**	37 %-й водный раствор
Аммония сульфат	Водный**	**Глицерин**	Технический
Аммония сульфид	Водный*	**Глюкоза**	Водный*
Аммония фосфат	Водный*	**Декалин**	Технический
Аммония хлорид	Водный**	**Дигликолевая кислота (ангидрид уксусной)**	30 %-й водный раствор
Анилина хлоргидрат	Водный**	**Дубильная кислота**	Любая водная
Бария соли	Водные*	**Желатин**	Любой водный
Бензин	Технический чистый	**Изопропанол**	Технический
Бензойная кислота	Водный*	**Калия алюмосульфат**	50 %-й водный
Борная кислота	Водный*	**Калия бихромат**	Водный**
Бром	Водный**	**Калия йодид**	Водный**
Бромистоводородная кислота	50 %-й водный раствор	**Калия карбонат**	Водный**
Бутан	Технический	**Калия нитрат**	50 %-й водный раствор
Бутадиен	Технический	**Калия перманганат**	Водный**
Бутанол	Технический	**Калия перхлорат**	Водный**
Винная кислота	Любая водная	**Калия персульфат**	Водные*
Вино любое	Торговая	**Калия сульфат**	Водные*
Водород	Технический	**Калия цианид**	Водный**
Водород хлористый	100 %-й, технический***		

* Раствор/растворы любой концентрации. ** Раствор/растворы насыщенный/насыщенные. *** Газообразный.

В заключение следует отметить, что своевременное знакомство заказчиков и потребителей трубной продукции с особенностями (физическими, прочностными, гидравлическими, монтажно-технологическими, экономическими и др.) труб из жёсткого поливинилхлорида последнего поколения ПВХ-О, рассмотренными в статье, может позитивно повлиять на повышении эффективности вновь устраиваемых трубопроводов, транспортирующих различные жидкие среды.

1. В Казахстане открылся первый завод по производству труб из ориентированного поливинилхлорида (ПВХ-О) [Электр. ресурс]. Портал компании ООО «Торговый дом «Башхим». Опубл.: 16.06.2016. Режим доступа: td-bkh.ru. Дата обращ.: 12.01.2019.
2. «Молетех Астана» начала первые отгрузки труб из молекулярно-ориентированного поливинилхлорида // Евразийский химический рынок: Новости [Электр. ресурс]. Опубл.: 24.06.2016. Режим доступа: chemmarket.info. Дата обращ.: 13.01.2019.
3. ГОСТ Р 56927–2016. Трубы из ориентированного непластифицированного поливинилхлорида для водоснабжения. Технические условия.
4. Устюгов В.А., Сладков А.В., Отставнов А.А. Водопроводы из поливинилхлорида (ПВХ): опыт Москвы // Новые химические технологии [Электр. ресурс]. Режим доступа: newchemistry.ru. Дата обращ.: 14.01.2019.
5. ISO 16422:2014*. Pipes and joints made of oriented unplasticized polyvinyl chloride (PVC-O) for the conveyance of water under pressure: Specifications. International Organization for Standardization (ISO). Publ.: February, 2014. Web-source: iso.org. Access data: January 12, 2019.
6. Уникальная сухая система для производства самых передовых ПВХ-О труб [Электр. ресурс]. Molecor. Режим доступа: molecor.ru. Дата обращ.: 10.01.2019.
7. ГОСТ 32415–2013. Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия.
8. Трубы из ПВХ-О 500 Molecool [Электр. ресурс]. Портал компании ООО «Оптима». Режим доступа: optimapipe.ru. Дата обращ.: 11.01.2019.
9. Трубы ПВХ-О 500 Molecor для напорных сетей [Электр. ресурс]. Портал компании ООО «ТСТ». Режим доступа: tst-ur.ru. Дата обращ.: 14.01.2019.
10. Напорные водопроводные трубы НПВХ и фитинги [Электр. ресурс]. Портал компании ООО «ПластТоргМонтаж». Режим доступа: truba-ptm.ru. Дата обращ.: 15.01.2019.
11. ГОСТ Р 51613–2000. Трубы напорные из непластифицированного поливинилхлорида. Технические условия; ТУ 2248-056-72311668–2007. Трубы напорные из непластифицированного поливинилхлорида диаметрами 400 и 500 мм.
12. Химическая стойкость поливинилхлорида (ПВХ), труб из ПВХ и НПВХ непластифицированного (PVC, uPVC), фасонных деталей из ПВХ: Таблица [Электр. ресурс]. Портал TehTab.ru. Режим доступа: tehtab.ru. Дата обращ.: 12.01.2019.
13. Трубы для напорных сетей ПВХ-О Molecool [Электр. ресурс]. Портал компании ООО «Европайп». Режим доступа: euro-pipe.ru. Дата обращ.: 12.01.2019.
14. Отставнов А.А. и др. К определению эмпирических коэффициентов формул гидравлического расчёта самотёчных водоотводящих сетей (12) и (14) СНиП 2.04.03–85 // Журнал С.О.К., 2008. №8. С. 22–30.
15. Аверкеев И.А. Сравнительный анализ альтернативных методик гидравлического расчёта канализационных трубопроводов из полимерных материалов [Электр. ресурс]. Режим доступа: polypipe.info. Дата обращ.: 11.01.2019.

О существенных недостатках квазиквартирных гидроредукторов

Из-за рубежа нам поставляется множество гидроредукторов, большинство из которых называются «квартирными», но по существу они не имеют права так называться из-за своих неудовлетворительных характеристик и сравнительно низкой надёжности. В статье излагаются основные требования, предъявляемые к квартирным гидроредукторам, и приводятся сравнительные характеристики данных устройств, наиболее широко применяемых отечественными потребителями. Проводится также сравнение основных показателей отечественных квартирных гидроредукторов с аналогичными зарубежными. Эти сравнения говорят о том, что практически все зарубежные квартирные гидроредукторы не могут называться «квартирными». По техническим характеристикам они существенно отстают от некоторых отечественных, но их охотнее покупают.

Автор: Ю.И. ЧУПРАКОВ, к.т.н.,
главный конструктор ООО «ИнкоЭр»

Совсем недавно, на рубеже последних столетий, гидроредукторами назывались устройства, предназначенные для уменьшения давления в гидравлической линии, отводимой от основной линии, и поддержания этого давления на постоянном уровне. Ещё раньше от гидроредукторов требовалось только понижение давления в отводящей гидравлической линии.

На самом деле почти у всех современных гидравлических редукторов редуцируемое давление (давление на выходе из редуктора) в большей или меньшей степени уменьшается с увеличением расхода воды и наоборот. Величина редуцируемого давления также может существенно зависеть и от направления изменения расхода (увеличение расхода воды или уменьшение). Поэтому, когда редукционный клапан установлен в одной магистрали и питает какое-либо одно изделие, то озвученные требования вполне допустимы и себя оправдывают. Однако, если установить два простых гидроредуктора в квартире — один в трубопровод холодной воды, а другой — в трубопровод горячей воды, то в процессе эксплуатации могут возникать, например, следующие неприятные ситуации.

Поскольку редуцируемое давление в гидролинии холодной или горячей воды с увеличением расхода может уменьшаться, то может произойти ошпаривание потребителя, принимающего душ, в момент спуска унитаза или наполнения чайника холодной водой. Процесс пользования холодной водой приводит к уменьшению редуцируемого давления в гидравлической линии с холодной водой и, следовательно, к уменьшению расхода холодной воды (при неизменном расходе горячей воды) — в этот момент из душевой лейки будет выливаться очень горячая вода. Причём по окончанию потребления вторым потребителем холодной воды температура смешанной воды (для первого пользователя) уже не вернётся к исходному состоянию.

Почти у всех современных гидравлических редукторов редуцируемое давление (давление на выходе из редуктора) в большей или меньшей степени уменьшается с увеличением расхода воды и наоборот. Величина редуцируемого давления также может существенно зависеть и от направления изменения расхода (увеличение или уменьшение расхода воды)

Прежде чем излагать тонкости этого процесса, следует учесть, что существуют гидроредукторы поршневого и мембранного типа. Характеристика зависимости величины давления после гидроредуктора $P_{ред}$ от расхода воды Q, проходящей через него, для поршневого гидроредуктора, как самого показательного в этом плане из-за повышенных сил трения подвижных частей, графически изображена на рис. 1 и обозначена цифрой 1. Она имеет вид петли гистерезиса, и получается данная петля в случае изменения расхода воды, например, сначала от нуля до максимума, а потом — от максимума до нуля. Если же в какой-либо точке изменить направление изменения расхода, то на графике появляются новые линии, обозначенные цифрами 2 и 3. Их может быть бесконечное количество, но на графике для удобства изображены только несколько линий (2 и 3).

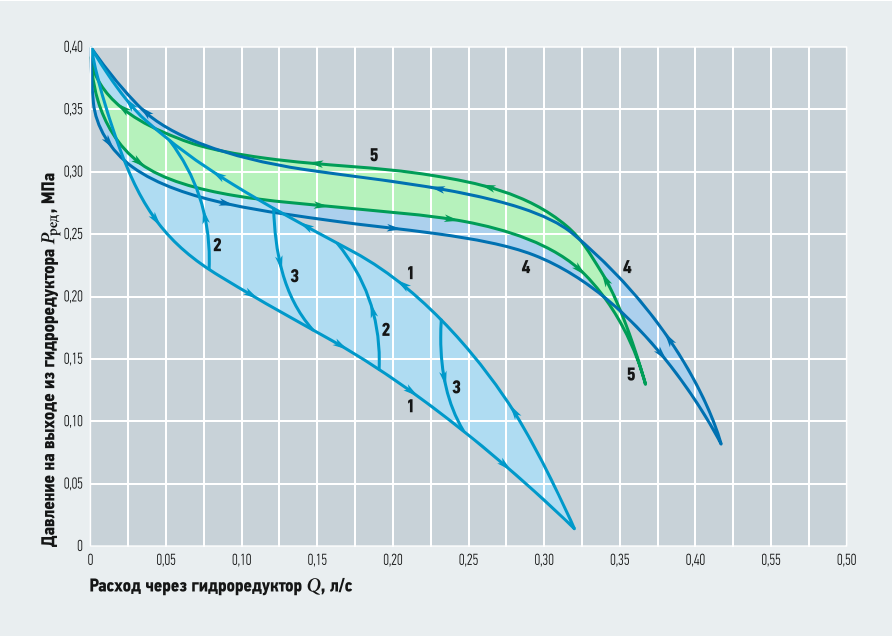


Рис. 1. Характеристики зарубежных квазиквартирных гидроредукторов (1, 2 и 3 — характеристики гидроредуктора поршневого типа фирмы Valtec; 4 — характеристика мембранного гидроредуктора фирмы Valtec; 5 — характеристика гидроредуктора фирмы Honeywell)

Из изложенного выше можно сделать вывод, что при наличии гидромагистралей с холодной и горячей водой и смесителей необходимо применять редукторы давления, имеющие зависимость $P_{ред}$–Q в виде горизонтальной прямой, как показано на рис. 2 штрихпунктирной линией, обозначенной цифрой 1. К такой характеристике и следует стремиться.

Однако на практике получить подобную зависимость $P_{ред}$ от Q очень сложно. Если удаётся получить характеристику с незначительной величиной гистерезиса и более-менее пологую, то такой гидроредуктор, в отличие от простого, уже можно называть «квартирным». При создании квартирных редукторов именно однозначность показателей расходных характеристик и их малая пологость являются основанием называть такие гидроредукторы «квартирными».

Окончательно гидроредукторы можно называть «квартирными» только тогда, когда испытания покажут, что при открытии крана с холодной водой другого смесителя тёплая вода, вытекающая из основного смесителя, практически не изменит своей температуры. Вот этот опыт и может подтвердить название «квартирный гидроредуктор»!

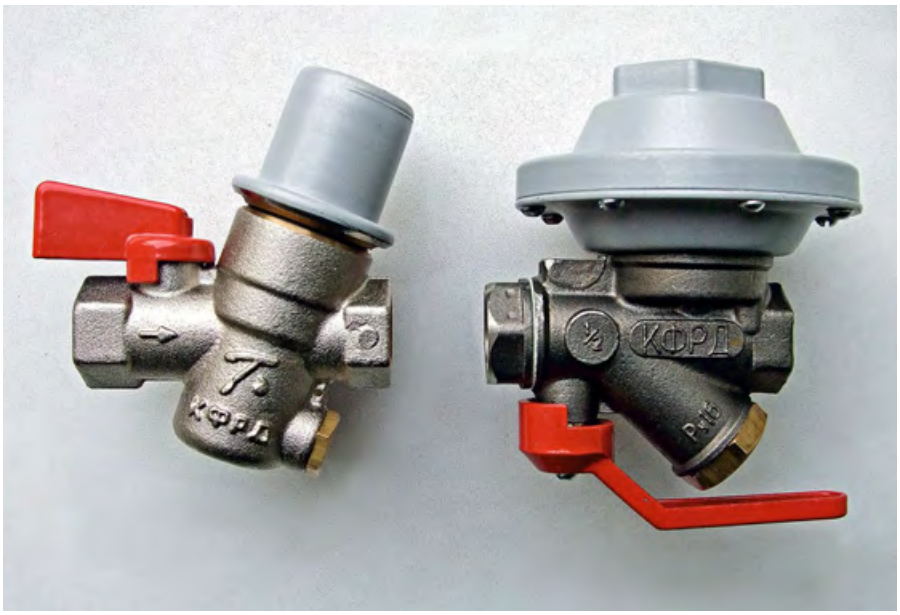
Разработкой и созданием квартирных гидроредукторов группы отечественных исследователей активно начали заниматься на стыке последних столетий. В то время автор статьи работал в Мосводоканале в должности главного специалиста и, естественно, активно включился в новую работу. Тем более что у него уже имелся определённый опыт работы с подобными устройствами в оборонной промышленности. Это помогло создать макет квартирного гидроредуктора, конструкция которого была запатентована (патент РФ на «Редукционный клапан» №2171412 от 27 июля 2001 года). Разработанный и изготовленный ООО «Посейдон» макет квартирного гидроредуктора сначала прошёл полный цикл стендовых испытаний на ведущем российском ракетно-космическом предприятии — НПО «Энергия». Затем на его базе специалистами фирмы «ТВЭСТ» (АО «Тепловодоэнергосберегающие технологии») была создана и запатентована (патент РФ №2206116 от 10 июня 2003 года) уже конструкция КФРД 10-2.0, а затем в ОАО «НИИсантехники» были проведены сравнительные испытания этого редукционного клапана (КФРД 10-2.0) и квартирного регулятора давления РВД 15-2А-Ф, разработанного ООО «Паскаль».

Результаты испытаний изложены в отчёте «НИИсантехники» от 1 октября 2009 года. В отчёте показано, что только КФРД 10-2.0 отвечает требованиям, предъявляемым к квартирным редукторам.

Кстати, обозначенные на рис. 1 цифрами 1, 2 и 3 кривые зависимости $P_{ред} = f(Q)$ являются наглядным доказательством неудовлетворительности рабочих характеристик поршневого гидроредуктора VT.085, который «втюхивался» фирмой Valtec российским потребителям в качестве квартирного гидроредуктора.

Это предпоследний вариант так называемого «квартирного гидроредуктора» от Valtec. Максимальная ширина петли гистерезиса составляет величину порядка 0,07 МПа, а наклон петли гистерезиса составляет примерно 0,001 МПа/(л/с). Из рис. 1 видно, что наклон петли недопустимо большой. Объяснить это можно только неоптимальным выбором жёсткости пружины — она очень сильно завышена. Кроме того, этот гидроредуктор относится к классу не мембранных, а поршневых гидроредукторов. Его подвижные элементы уплотняются с помощью резиновых колец, трение которых и приводит к недопустимо большой ширине кривой гистерезиса (кривая 1).

Особенно неприятное впечатление оставляет наличие большого количества консистентной смазки внутри гидроредуктора, что выявляется в процессе разборки нового изделия. К сожалению, со временем вся эта смазка вымывается и частично попадает в организм потребителя,



а ширина петли гистерезиса ещё больше увеличивается. Лично я, например, не желаю пользоваться водой, в которой содержится вымываемая из гидроредуктора неизвестно какая смазка. Это же не сливочное масло и даже не маргарин. Очень хочется узнать: кто позволяет таким фирмам, как Valtec, совершать эти недопустимые действия? Видимо, иностранным производителям Россия видится как страна «третьего мира».

Ещё одно замечание по поводу гидроредукторов VT.085. Подвижный шток уплотняется двумя резиновыми кольцами, которые со временем неминуемо сотрутся или разрушатся и не смогут обеспечить герметичность подвижного соединения между штоком и корпусом. Это признаёт и сам производитель. Как выход из этого положения потребителю предлагается заменить изношенные резиновые кольца на новые. И это называется ремонтопригодностью? Но где их взять, эти кольца? Ведь их не вырежешь из первого попавшегося куска резины. Кроме того, резиновые кольца требуют изготовления из специальных сортов резины, а также применения смазки. Какой и где её взять? Это лукавство ставит под сомнение компетенцию и все прочие человеческие качества разработчиков и производителей гидроредукторов VT.085.

Самое «забавное» заключается в том, что производители обо всех перечисленных недостатках давно знают и продолжают «впаривать» потребителю свои никудышные квазиквартирные гидроредукторы, а российские торгующие организации способствуют этому безобразию. Признание факта, что необходимо что-то делать с неудовлетворительными характеристиками гидроредукторов поршневого типа, заставило Valtec отказаться от поршневого узла в конструкции редуктора, заменив его на мембранный. Недавно этот процесс завершился, и в России в продаже появились новые гидроредукторы с индексацией VT.298 и VT.299.

Особенно неприятное впечатление оставляет наличие большого количества консистентной смазки внутри гидроредуктора, что выявляется в процессе разборки нового изделия. К сожалению, со временем вся эта смазка вымывается и частично попадает в организм потребителя, а ширина петли гистерезиса ещё больше увеличивается

В новых конструкциях гидроредукторов уже нет поршня с резиновыми уплотнительными кольцами — на его место установлена эластичная мембрана, армированная тканью. Кроме того, очень жёсткая силовая пружина заменена на менее жёсткую. Это существенно изменило графический вид характеристики нового гидроредуктора, которая на рис. 1 обозначена цифрой 4. Из анализа этого графика видно, что ширина петли гистерезиса по сравнению с предыдущей моделью редуктора поршневого типа (кривая 1) уменьшилась почти на треть, уменьшился и наклон петли гистерезиса. Однако это не делает новый гидроредуктор пригодным к работе совместно со смесителями из-за всё ещё сравнительно широкого гистерезиса.

Кроме того, до сих пор не устранены и другие недостатки.

Два резиновых кольца остались в узле уплотнения штока, что не очень-то сильно уменьшило ширину петли гистерезиса и не устранило проблему износа резиновых уплотнительных колец. А ведь это очень важный момент для редуктора, который должен работать без ремонта долговременно. Тем более что в мировой практике примеры решения подобных проблем давно существуют — например, в разработках аналогичных изделий фирмы «ТВЭСТ».

Кроме того, в новом гидроредукторе Valtec осталась зависимость величины редуцируемого давления от изменения входного давления. Так, например, при увеличении входного давления от 0,4 до 0,8 МПа редуцируемое давление также увеличивается в безрасходном режиме с 0,29 до 0,35 МПа. В характеристиках квартирных гидроредукторов фирмы «ТВЭСТ» этого явления не наблюдается.

Гидравлический редуктор КФРД 10-0.2(1) был снят с производства в 2015 году

У них редуцируемое давление с изменением входного давления практически не изменяется. Эти данные подтверждены результатами независимых экспериментальных исследований.

Ещё одним существенным недостатком гидроредукторов фирмы Valtec является потеря герметичности запорного клапана после одного-двух лет работы, так эти гидроредукторы не адаптированы к российским условиям работы. В России подвод воды к потребителям осуществляется с помощью стальных труб, которые ржавеют изнутри, ржавчина отслаивается от их стенок и с потоком воды переносится к водоразборной арматуре. В зазорах между торцом латунного седла и рабочей поверхностью уплотнительной прокладки вода со временем вместе с механическими частицами (ржавчина труб) разрушает рабочие поверхности торца седла и уплотнительной прокладки. При больших давлениях в стояках, достигающих иногда величин порядка 0,7–0,9 МПа на нижних этажах высотных зданий, в рабочем зазоре клапана гидроредуктора при малых расходах воды возникают кавитационные процессы, разрушающие латунное седло. Это надо видеть! Латунь имеет низкую сопротивляемость кавитационной эрозии, и после сравнительно недолгого времени эксплуатации редукционный клапан уже будет не в состоянии поддерживать заданное малое давление в трубах, ведущих от него воду к устройствам потребления. Через некоторое время перед краном, который вроде бы должен быть защищён от высокого давления гидроредуктором, давление может вдруг подняться до величины давления в стояке! В Москве были такие случаи. В результате разрывались пластмассовые колбы устройств индивидуальной очистки воды, а также гибкие подводки, что приводило к затоплению помещений.

Новая модель гидравлического редуктора КФРД 10-0.2(2) выпускается с 2014 года

Квазиквартирные гидроредукторы выпускает не только Valtec, но и многие другие компании, например, известная фирма Honeywell. Характеристика одного из них показана на рис. 1 и обозначена цифрой 5. Она мало отличается от характеристики последней модели гидроредуктора мембранного типа VT.298 (обозначен цифрой 4). Кроме того, гидроредукторы фирмы Honeywell через небольшие сроки эксплуатации оказываются неспособны поддерживать заданное давление, которое при закрытом у потребителя кране сравнительно быстро поднимается до величины, соответствующей давлению воды в стояке. Кстати, большая ширина петли гистерезиса объясняется трением узла уплотнения штока, на котором «висит» слишком много резиновых уплотнений. Нарушение же герметичности изделия можно объяснить тем, что в качестве материала для изготовления седла запорно-регулирующего органа выбрана пластмасса. В российских условиях эксплуатации она быстро разрушается, то есть гидроредуктор не адаптирован к нашим условиям эксплуатации.

Нарушение герметичности изделия можно объяснить тем, что в качестве материала для изготовления седла запорно-регулирующего органа выбрана банальная пластмасса

Как уже отмечалось выше, квартирный гидроредуктор должен иметь характеристику в виде горизонтальной прямой. На рис. 2 эта прямая нанесена пунктирной линией и обозначена цифрой 1. Вот к этому и надо стремиться! Ни один из гидроредукторов, характеристики которых приведены на рис. 1, этому требованию не отвечает.

Первый российский квартирный редуктор, имеющий право так называться, был разработан специалистами компании ООО «Посейдон-МВК» и уже на стадии первичных испытаний имел очень хорошие показатели экспериментально получаемых характеристик. На рис. 2 его характеристика обозначена цифрой 2.

Её основными достоинствами являются следующие показатели:

1. Первый — очень малая ширина петли гистерезиса благодаря конструктивному уменьшению сил контактного трения подвижных элементов редуктора, а также благодаря введению системы разгрузки силовой пружины от возможности создания боковых сил в подвижных элементах гидроредуктора.

2. Второй — сравнительно малый наклон петли гистерезиса, что было обеспечено оптимальным подбором жёсткости силовой пружины.

3. Третий — незначительный подъём петли гистерезиса в области малых расходов. Последнее обусловлено сравнительно большим соотношением эффективных площадей диафрагмы и площади сечения седла клапана (равно примерно 16). Таких характеристик пока нет даже в лучших образцах серийно выпускаемых гидравлических редукторов.

Следует отметить, что приведённая характеристика рассматриваемого квартирного редуктора («Посейдон-МВК») имеет отличие от других подобных характеристик. Она снималась на специальном стенде, обеспечивающим сравнительно большие расходы воды. Поскольку давление воды на выходе из стенда почти не зависит от расхода, так как в его трубах отсутствуют существенные гидросопротивления, то эта характеристика не загибается сильно вниз при больших расходах воды, как это имеет место при экспериментальном определении характеристик гидроредукторов в других случаях.

Естественно, многократно проводились испытания серийных образцов КФРД 10-02. На рис. 2 характеристика этого серийно выпускавшегося гидроредуктора обозначена цифрой 3. Эта характеристика по сравнению с предыдущей, обозначенной цифрой 2, отличается по некоторым показателям. Например, у неё несколько увеличена ширина петли гистерезиса. Это можно объяснить пока только тем, что для предотвращения возможных автоколебаний в конструкцию было введено фрикционное устройство. Этим способом подавления возможных автоколебаний пользуются практически все производители гидроредукторов. В поршневых гидроредукторах это осуществляется «автоматически» посредством уже имеющихся на поршнях резиновых уплотнительных колец.

Автору известны также и другие способы борьбы с автоколебаниями, не использующие контактного трения и легко реализуемые в гидроредукторах фирмы «ТВЕСТ». Если специалисты этой компании заинтересуются этим вопросом, то автор готов поделиться с ними своими подходами к данной трудноразрешимой проблеме.

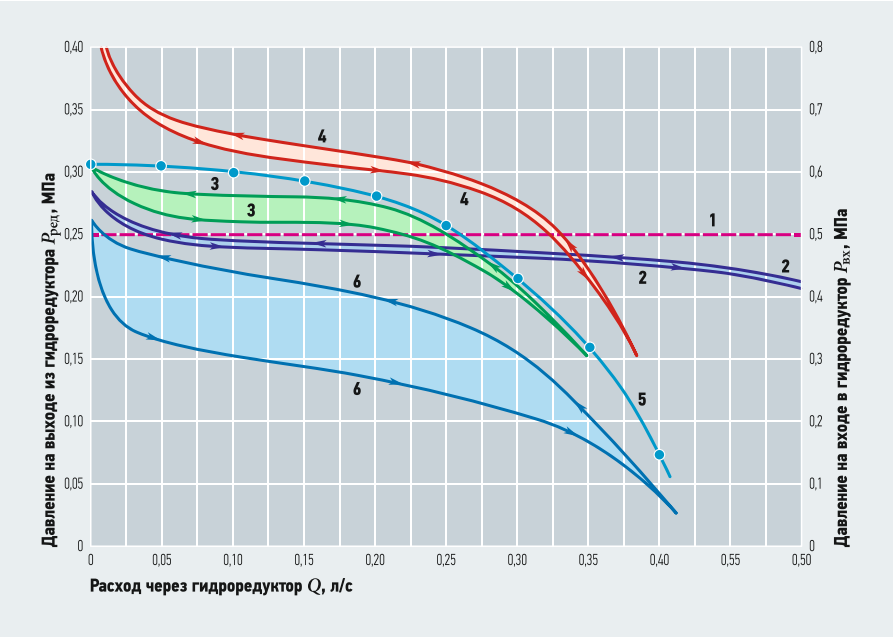


Рис. 2. Характеристики отечественных гидроредукторов (**1** — желательная характеристика идеального квартирного гидроредуктора; **2** — характеристика макета квартирного гидроредуктора ООО «Посейдон-МВК»; **3** — характеристика выпускавшегося ранее КФРД фирмы «ТВЭСТ»; **4** — характеристика нового квартирного гидроредуктора фирмы «ТВЭСТ»; **5** — график зависимости давления на входе в гидроредуктор от расхода воды при получении характеристики 4; **5** — характеристика гидроредуктора ООО «Паскаль»)

Цифрой 4 на рис. 2 обозначена характеристика выпускающегося в настоящее время квартирного гидроредуктора КФРД. Его характеристика отвечает всем требованиям ГОСТ Р 55023–2012 «Регуляторы квартирные. Общие технические условия». Особенно выгодно отличается он от аналогичных гидроредукторов, выпускаемых конкурентами, тем фактом, что только КФРД отвечает требованию пункта 5.2.4 ГОСТ Р 55023–2012 по герметичности запорного органа при отсутствии расхода воды. Всё это благодаря тому, что фирма «ТВЭСТ» в качестве материала для изготовления сёдел гидроредукторов использует не латунь или пластмассу, а нержавеющую сталь! По этому показателю у фирмы «ТВЕСТ» пока нет конкурентов.

Некоторый завал петли гистерезиса при увеличенных расходах объясняется тем, что характеристики этого гидроредуктора определялись не на стенде, а в реальных бытовых условиях. Дело в том, что теперь практически в каждой квартире, по крайней мере, в Московском регионе, установлены водосчётчики. Причём в подавляющем большинстве их устанавливают не после гидроредуктора, а перед ним. Так удобно тем, кто занимается установкой водосчётчиков, и ничего тут не поделаешь. Приборы учёта водопотребления обладают конечной величиной гидравлического сопротивления. Поэтому с увеличением расхода воды входное давление перед гироредуктором может существенно уменьшаться. Эта зависимость приведена на рис. 2 и обозначена цифрой 5. При этом следует отметить, что в данном эксперименте участвовали два водосчётчика, установленных последовательно: один — основной (квартирный), а другой — перед испытуемым гидроредуктором для его испытаний.

Автору известны также и другие способы борьбы с автоколебаниями, не использующие контактного трения и легко реализуемые в гидроредукторах фирмы «ТВЕСТ»

Увеличение крутизны подъёма петли гистерезиса в области малых расходов объясняется сравнительно малой величиной отношения эффективной площади мембраны к площади отверстия сопловой части (она оказалась сравнительно малой — равной шести). Причём малая величина диаметра диафрагмы применяется почти во всех существующих гидроредукторах мембранного типа.

Однако в пределах расходов до 0,05 л/с увеличение крутизны гистерезисной кривой существующий ГОСТ Р 55023–2012 допускает, а зря!

На рис. 2 приведена характеристика гидроредуктора ООО «Паскаль», испытанного совместно с первыми образцами КФРД. Его характеристика на рис. 2 отмечена цифрой 6. Конечно, в соревновании с предыдущими КФРД, как и с новыми КФРД, он проиграл.

Какой вывод можно получить на основании изложенного материала? Характеристики, эксплуатационные качества, в частности, срок службы без необходимости ремонта и отсутствие смазки внутри гидроредукторов фирмы «ТВЭСТ», а также способность обеспечивать постоянно заданное редуцируемое давление независимо от сроков эксплуатации делает эти гидроредукторы настоящими квартирными гидроредукторами. По этим показателям конкурентов у гидроредукторов фирмы «ТВЭСТ» пока нет.

Однако неконкурентоспособные зарубежные гидроредукторы у наших потребителей пользуются большим спросом, чем гидроредукторы КФРД от «ТВЭСТ». Оказывается, что для оптовых покупателей этой продукции важна прежде всего низкая цена, а качество продукции не является главным стимулом для покупки. Оптовым покупателям абсолютно безразлично, что дешёвые приборы скоро надо будет ремонтировать или выбрасывать, ведь это ложится уже на плечи конечных потребителей, а не оптовых покупателей. Да и удобств потребитель от применения этих гидроредукторов не испытывает. Поэтому их часто демонтируют и как-то живут почти без проблем. По крайней мере, на практике без гидроредуктора неудобств оказывается меньше, чем с дешёвыми, но плохими гидроредукторами.

В связи с этим вспоминается одна давняя телевизионная передача. Представитель одного военного НИИ рассказывает о достоинствах разрабатываемых бронежилетов, показывая при этом, как в них застревают пистолетные пули. И вдруг раздаётся звонок в студию — мужчина говорит, что недавно они похоронили двух сотрудников милиции, которых убили из пистолета при наличии на них бронежилетов. На это сотрудник НИИ ответил, что виноваты в этом тендеры, на которых обычно закупаются изделия, имеющие самую низкую цену. А ведь речь здесь идёт о защите людей, жизнью которых закупщики пренебрегают. Разве это не преступная халатность?

Так и с гидроредукторами. Ведь на них существует ГОСТ Р 55023–2012, в котором всё оговорено. Так почему же иностранцы «втюхивают» нам всякие «поделки» (другим словом эти изделия не назовёшь)?

Тщательный анализ конструкций таких поделок говорит о том, что некоторые их узлы и элементы делаются попроще в угоду снижению цены и в ущерб качеству. Такие изделия нельзя допускать на наш рынок. Однако этого сделать некому, так как в нашей стране происходит общий упадок профессионализма, и с этим надо что-то делать.

В завершение следует отметить, что несколько увеличенная стоимость квартирных гидроредукторов фирмы «ТВЭСТ» связана с применением специальных конструкторских приёмов, несколько усложняющих конструкцию изделий и поэтому увеличивающих их стоимость. Однако требования к квартирным гидроредукторам настолько специфичны, что простыми решениями их обеспечить невозможно. В результате, за счёт введения специальных конструкторских приёмов, при проектировании квартирных гидроредукторов фирмы «ТВЭСТ» удалось устранить следующие недостатки, присущие гидроредукторам фирмы Valtec и многим другим гидроредукторам, в том числе и зарубежного производства:

1. Уменьшена ширина петли гистерезиса в зависимости $P_{ред}$–Q до допустимо малых значений.

2. Отсутствует смазка внутри корпуса квартирного гидроредуктора, способная попасть в организм потребителя.

3. Исключён процесс разрушения резиновых уплотнительных колец за счёт выбора особой принципиальной схемы гидроредуктора, в которой такие кольца отсутствуют.

4. Сведена до минимума зависимость величины редуцируемого давления $P_{ред}$ от давления воды $P_{вх}$ на входе в гидроредуктор за счёт введения специального сравнительно сложного компенсатора.

5. Кардинально повышена герметичность запорного клапана, исключающая повышение давления $P_{ред}$ при отсутствии потребления воды (когда на выходной гидролинии все водоразборные краны закрыты) за счёт выполнения седла запорного элемента из нержавеющей стали.

6. Существенно замедлен процесс разрушения рабочих поверхностей запорно-регулирующего органа квартирного гидроредуктора за счёт специального выполнения его геометрии и соответствующего выбора материалов для изготовления элементов клапана. Как следствие результатов действия пунктов 5 и 6, квартирные гидроредукторы фирмы «ТВЭСТ» полностью адаптированы к российским условиям эксплуатации.

7. Имеется возможность без какой-либо перестройки технологического процесса выпускать квартирные гидроредукторы как с запорным краном, так и без него. Случаи ненужности запорного крана часто встречаются при установке редуктора в уже обжитых квартирах, а иногда и в квартирах домов-новостроек.

8. Схемно-конструктивное устройство квартирного гидроредуктора компании «ТВЭСТ» предусматривает возможность без сложных доработок обеспечить ещё более качественные регулировочные и эксплуатационные показатели.

Для оптовых покупателей этой продукции важна прежде всего низкая цена, а качество продукции не является главным стимулом для покупки

Из вышеизложенного вытекает, что квартирные гидроредукторы фирмы «ТВЕСТ» являются изделиями, полностью отвечающими требованиям ГОСТ Р 55032–2012, и заменять их подобными, даже очень дешёвыми, недопустимо. Другие перечисленные в настоящей статье гидроредукторы, в том числе и «как бы лучшие» зарубежные, не годятся для использования в России в качестве квартирных гидроредукторов.

Примечание автора: с устройством и работой описанных в статье изделий можно ознакомиться в Интернете — в настоящей статье эти материалы отсутствуют из-за ограниченности её объёма.

Системы автоматического пожаротушения тонкораспыленной водой для высокостеллажных складов

Рецензия эксперта на статью получена 16.01.2019 [Expert review on the article received January 16, 2019].

Введение

В 2017 году в городе Екатеринбурге была принята программа «Екатеринбург — евроазиатский транспортно-логистический узел», целью которой стало создание условий для формирования в Екатеринбурге крупного (евроазиатского) транспортно-логистического узла, способного интегрироваться в международную транспортно-логистическую систему. Ожидаемый результат: превращение логистики в одну из специализаций Екатеринбурга (до трети федеральных грузопотоков будет переориентировано на город, появятся значимые международные потоки).

В рамках реализации этой программы в Екатеринбурге и его окрестностях большими темпами началось строительство крупных складских баз. Собственники выделенных участков в рамках этой программы стараются использовать территорию как можно более рационально, построив складские помещения с максимально возможной вместимостью.

А это означает строительство высокостеллажных складов с высотой складирования от 10 до 15 м.

Одна из проблем проектирования таких складов — это грамотное обеспечение помещений инженерными системами, в частности, автоматическим пожаротушением. Единственным нормативным документом в данной области является СП 241.1311500.2015 «Системы противопожарной защиты. Установки водяного пожаротушения высотных стеллажных складов автоматические. Нормы и правила проектирования» [1]. Согласно данному документу, высокостеллажные склады должны оборудоваться системой автоматического пожаротушения (АПТ) либо с применением оросителей повышенной производительности, либо с применением внутристеллажной системы установки оросителей через каждые 4 м по высоте.

Собственники складских участков стараются использовать территорию как можно более рационально, построив складские помещения с максимально возможной вместимостью

Основной проблемой применения СП 241 [1] является большой расход, необходимый для работы системы (порядка 500–600 м^3). Практически все участки, выделенные под строительство складов, находятся вне зоны централизованного водоснабжения, что обуславливает необходимость строительства резервуаров противопожарного запаса воды, объём

УДК 614.843. Научная специальность: 05.23.04.

Системы автоматического пожаротушения тонкораспыленной водой для высокостеллажных складов

Оксана Н. Обласова, ведущий инженер ООО «Противопожарная автоматика»; **Ольга Б. Дубровина**, к.т.н., доцент, кафедра водного хозяйства и технологий воды, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ)

В статье обозначены проблемы проектирования высокостеллажных складов. В качестве альтернативы решениям СП 241 [1] предложены решения по оснащению высотных складов системой автоматического пожаротушения (АПТ) тонкораспыленной водой (ТРВ) с применением оросителей принудительного пуска. Рассмотрены принципы работы системы пожаротушения тонкораспыленной водой, преимущества такого решения, названы объекты, на которых система АПТ ТРВ принята к монтажу.

Ключевые слова: *высокостеллажный склад, система автоматического пожаротушения тонкораспыленной водой, спринклер с принудительным пуском, формирователь потока, датчики, извещатели пожарной сигнализации, насосные агрегаты.*

UDC 614.843. Number of scientific specialty: 05.23.04.

Automatic fire-extinguishing systems with water mist for high-bay warehouses

Oksana N. Oblasova, Lead Responsible Engineer of "Automatic control of fire protection systems", LLC (Yekaterinburg city); **Olga B. Dubrovina**, PhD, Associate Professor, Department of Water Resources and Water Technology, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (UrFU, Yekaterinburg city)

The article outlines the problems of designing high-bay warehouses. As an alternative to SP [The Code of Practice on Design and Construction] No. 241 solutions [1], solutions were proposed for equipping high-rise warehouses with automatic fire extinguishing system (AFExS) with sprayed water (SW) using forced start sprinklers. The principles of operation of the fire suppression system with sprayed water, the advantages of such a solution are considered, the objects on which the APT TRV [AFExS with SW] system is accepted for installation are named.

Key words: *high bay warehouse, automatic fire extinguishing, sprinkler with forced start-up, the shaper of flow, sensors, detectors, fire alarm systems, pumping units.*

Рис. 1. Ороситель с принудительным пуском

которых предусматривает хранение не только расхода на автоматическое пожаротушение, но и объём расхода наружного пожаротушения — как правило, это ещё 600–700 м³ воды. В рамках плотной застройки территории резервуары общим объёмом 1100–1300 м³ зачастую разместить довольно сложно.

Ещё одна проблема заключается в том, что насосное оборудование, способное организовать подачу воды 500–600 м³/ч, очень дорогое (2–3 млн руб. за комплект), энергозатратное (220–250 кВт) и весьма тяжёлое (2,0–2,5 т).

В качестве альтернативы решениям СП 241 [1] можно предложить решение по оснащению высотных складов системой автоматического пожаротушения тонкораспыленной водой (ТРВ) согласно СТО-СТУ 420541.004 [2] с применением оросителей принудительного пуска (рис. 1).

Принцип работы системы при данном решении следующий. Спринклер с принудительным пуском оснащён стандартной термоколбой и нагревательным элементом, а в зоне установки стеллажей ещё и формирователем потока (рис. 2), с помощью которого вода подаётся непосредственно на стеллаж. Размещение оросителей согласно СТО-СТУ (Стандарт организации в части специальных технических условий) 420541.004 [2] отличается от обычного расположения в виде «сетки» над защищаемым помещением. Оросители расположены в проходах между стеллажами с расстоянием не более 2 м, причём высота расположения трубопровода и угол поворота оросителя на трубопроводе для равномерного орошения всей поверхности стеллажа определяется графически на разрезе помещения (рис. 3). Такое расположение оросителей позволяет надёжно защитить всю поверхность стеллажа в случае пожара.

Рис. 2. Ороситель с принудительным пуском и формирователем потока

В дежурном режиме система пожаротушения контролируется датчиками и извещателями пожарной сигнализации. Датчики закреплены в два или три яруса на стеллаже в зависимости от высоты складирования, а также под перекрытием.

Это позволяет надёжно контролировать все уровни стеллажа и обнаружить очаг пожара в кратчайшие сроки.

При подаче пускового импульса на нагревательный элемент оросителя от пожарных извещателей термоколба разрушается, и происходит подача воды к очагу возгорания. За каждым из датчиков закреплена зона вскрытия оросителей в количестве десяти штук. Это означает, что при обнаружении пожара датчиком на каком-либо уровне по сигналу принудительно вскроется десять оросителей, что позволит как локализовать пожар, так и предотвратить его распространение.

Одновременно пусковой импульс подаётся на запуск насосных агрегатов и других сигналов на сопутствующие инженерные системы согласно алгоритму. Запуск насосных агрегатов контролируется дополнительно манометром во избежание ложных срабатываний системы. При отсутствии падения давления в системе насосные агрегаты продолжают находиться в дежурном режиме.

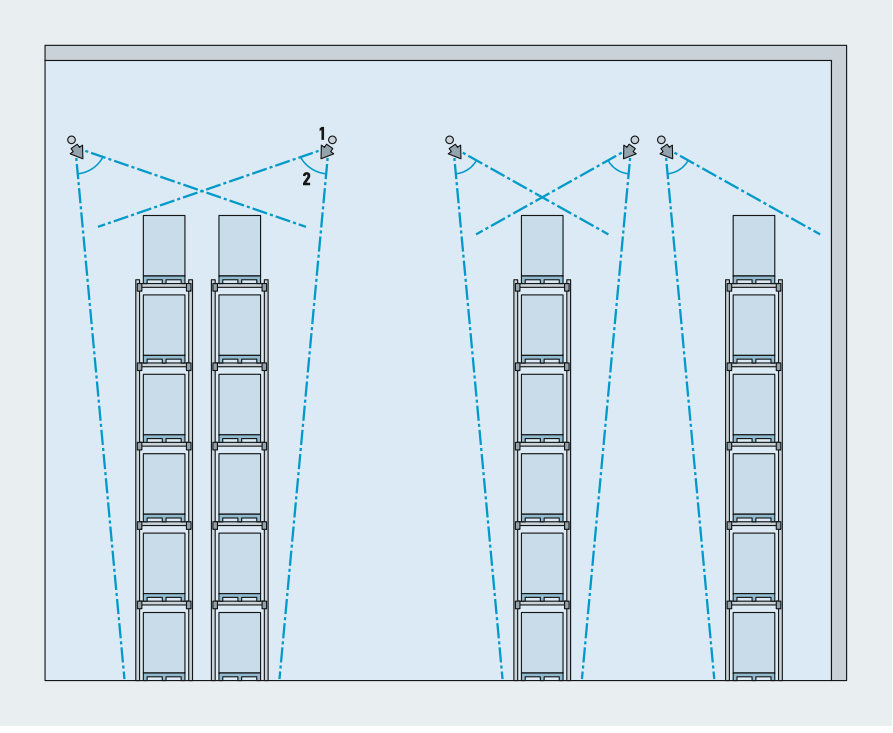


Рис. 3. Схема расположения магистральных трубопроводов и оросителей системы АПТ ТРВ с принудительным пуском (1 — ороситель; 2 — формирователь потока)

Необходимо отметить, что элемент электропуска не влияет на обычную работу спринклера. При воздействии пороговой температуры в зоне спринклера произойдёт его штатный запуск, а также пуск насосов через узел управления по падению давления в системе.

Преимущества такого решения достаточно наглядны и экономически обоснованы следующими выгодами:

- **повышенная надёжность системы** (подача воды начинается по сигналу пожарного извещателя, тогда как обычная спринклерная система срабатывает в случае разрушения теплового замка при достижении пороговой температуры, что происходит, как правило, лишь когда очаг пожара уже достаточно велик для локализации и тушения);
- **ресурсосбережение** (расход воды для работы системы в три раза ниже — 180 против 500 м³ в случае обычной спринклерной системы, что позволяет построить резервуар гораздо меньшего объёма);
- **сокращение размера ущерба** (система ТРВ после пожара не требует отвода воды, так как мелкие капли ложатся на поверхности «туманом», и их достаточно убрать пылесосом, при этом продукция, хранящаяся на складе, не подвергается воздействию воды и остаётся сухой);
- **энергосбережение** (насосное оборудование меньшей мощности — 75 кВт против 250 кВт, стоимости — 0,8 млн руб. против 2 млн руб., а также веса — 800 кг против 2000 кг);
- **снижение металлоёмкости** (количество трубопроводов, необходимых для работы системы, в два раза меньше по сравнению с применением обычной спринклерной системы);
- **экономичность** (количество оросителей в 2,5–3 раза меньше);

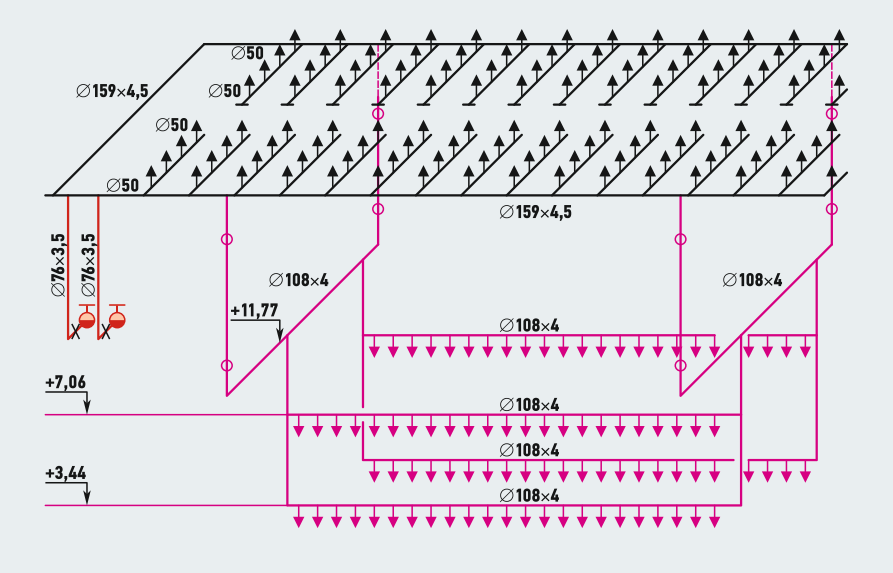


Рис. 4. Фрагмент схемы обычной системы АПТ с внутристеллажными оросителями

- **расширенные возможности** (данная система может защищать помещения складов высотой до 30 м с высотой складирования до 15 м);
- **отсутствие необходимости разработки СТУ** (СТО завода-изготовителя [2] имеет преимущественное применение по сравнению с нормами СП 241 [1]).

На рис. 4 приведена аксонометрическая схема расположения трубопроводов и оборудования обычной спринклерной системы, а на рис. 5 показано расположение трубопроводов и оросителей системы ТРВ с принудительным пуском.

Применение системы АПТ ТРВ с принудительным пуском на данный момент является наиболее надёжным вариантом защиты высотных складов за счёт ранней локализации и способности потушить очаг в кратчайшие сроки, минимизировав тем самым ущерб

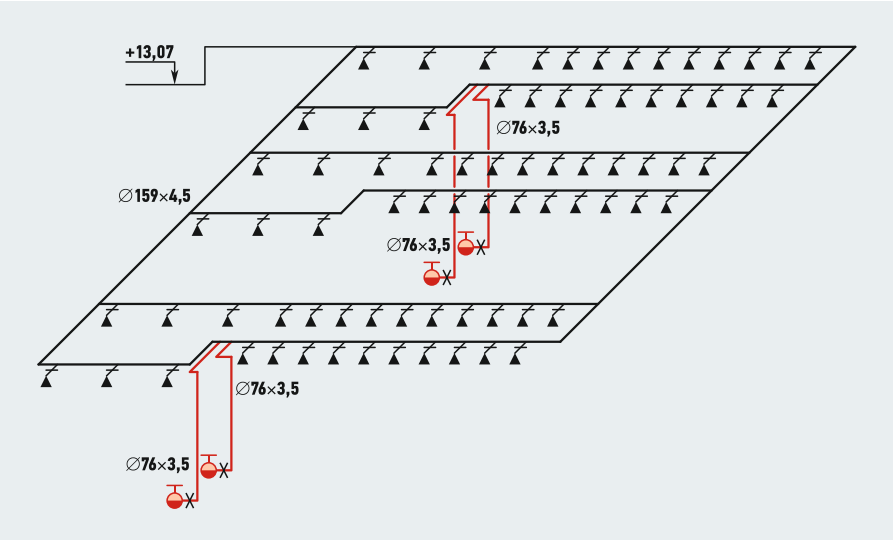


Рис. 5. Фрагмент аксонометрической схемы системы АПТ ТРВ с принудительным пуском

На схемах наглядно видно, насколько меньше металлоёмкость и количество оросителей для системы ТРВ по сравнению с системой АПТ, проектируемой согласно нормам СП 241 [1].

Заключение

В итоге применение системы АПТ ТРВ с принудительным пуском на данный момент является наиболее надёжным вариантом защиты высотных складов за счёт ранней локализации и способности потушить очаг в кратчайшие сроки, минимизировав тем самым ущерб. Для арендаторов складских помещений это один из главных критериев при выборе склада, следовательно, применение данной системы защиты является дополнительным привлекательным фактором при поиске арендаторов.

На данный момент система АПТ ТРВ с принудительным пуском спроектирована, получила положительное заключение экспертизы и принята к монтажу на следующих объектах города Екатеринбурга и Свердловской области: складской комплекс с административно-бытовым корпусом (АБК) в Индустриальном парке «Про-Бизнес-Парк» в посёлке Полеводство Чкаловского района Екатеринбурга; складской комплекс с АБК по ул. Испытателей в посёлке Кольцово в Екатеринбурге; здание складского комплекса по адресу: Екатеринбург, ул. Лукиных, д. 16/2.

1. СП 241.1311500.2015. Системы противопожарной защиты. Установки водяного пожаротушения высотных стеллажных складов автоматические. Нормы и правила проектирования. — М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2015. 11 с.
2. СТО-СТУ 420541.004. Автоматические установки водяного пожаротушения «АУП-Гефест». Проектирование. — М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2016. 52 с.
3. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (посл. ред.) [Электр. ресурс]. Режим доступа: legalacts.ru. Дата обращ.: 19.09.2018.

References — see page 94.

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТ GRUNDFOS

Стандарт IEC 60034-30-2

IE5

CRE, CME, NBE, NKE, TPE, MTRE

Реклама. Товар сертифицирован

С GRUNDFOS КОМФОРТНО И ПРОСТО

Grundfos предлагает исключительно надежные и высокотехнологичные решения для обеспечения максимального комфорта любого человека, работающего с оборудованием, будь то процесс проектирования, монтажа или эксплуатации. Частотно-регулируемые электродвигатели MGE, энергоэффективность которых превышает существующие стандарты и маркируется как IE5, позволяет адаптировать насосное оборудование к широкому ряду областей применения. В большинстве случаев можно избежать применения в системах дополнительных устройств контроля и управления. Удаленный мониторинг и управление всеми функциональными возможностями оборудования возможно с помощью приложения Grundfos GO.

Филиал ООО «Грундфос» в Москве: тел. (495) 564-88-00, 737-30-00

www.grundfos.ru

be
think
innovate

GRUNDFOS

Влияние фитопланктона на формирование качества воды и методы его удаления. Часть 1

Рецензия эксперта на статью получена 10.01.2019 [Expert review on the article received January 10, 2019].

Фитопланктон играет значимую роль в формировании качества воды поверхностных источников, используемых для систем хозяйственно-питьевого водоснабжения. В связи с этим на этапе обоснования технологии очистки воды и разработки проектных решений в каждом конкретном случае необходимо выполнять детальный анализ по численности, биомассе и видовому составу водорослей, учитывать определяющие факторы и особенности развития фитопланктона и прогнозировать возможные последствия, связанные с поступлением в воду продуктов жизнедеятельности и отмирания клеток фитопланктона.

Пресноводный фитопланктон наиболее часто представлен следующими отделами (рис. 1): сине-зелёные (*Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Lyngbya*, *Oscillatoria* и др.); диатомовые (*Asterionella Formosa*, *Melosira*, *Navicula* и др.); зелёные (*Tetrastrum*, *Coelastrum*, *Pediastrum*, *Actinastrum* и др.); золотистые (*Dinobryon*, *Mallomonas* и др.); пирофитовые (*Ceratium*, *Peridinium*); криптофитовые (*Cryptomonas*); а также эвгленовые (*Trachelomonas*).

Развитие фитопланктонных сообществ происходит с определённой периодичностью и зависит от различных факторов, таких как: количество поглощаемого света, температура воды, мутность, наличие биогенных элементов, продуктов жизнедеятельности самих водорослей, морфометрических особенностей водоисточников и их гидрологического режима. Для фитопланктона характерно сезонное развитие, когда в течение года изменяются его таксонометрический состав, структура, численность и биомасса.

В качестве примера была проанализирована динамика изменения численности и доминант фитопланктона в поверхностном водоисточнике, используемом для хозяйственно-питьевого водоснабжения и расположенном в западном регионе.

В период с января по март в речной воде обнаруживались преимущественно диатомовые водоросли (до 97%) и следы зелёных, пирофитовых и прочих водорослей (рис. 2). С апреля общая численность водорослей постепенно увеличивалась с 1609–2250 кл/см^3 в марте до 15 981–22 814 кл/см^3 в июле. Преобладали

На этапе обоснования технологии очистки воды и разработки проектных решений в каждом случае необходимо выполнять детальный анализ по численности, биомассе и видовому составу водорослей, учитывать определяющие факторы и особенности развития фитопланктона

УДК 628.16. Научная специальность: 05.23.04.

Влияние фитопланктона на формирование качества воды и методы его удаления. Часть 1

Жанна М. Говорова, д.т.н., профессор, кафедра «Водоснабжение и водоотведение», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); **Олег Б. Говоров**, к.т.н., главный специалист технологического отдела АО «МосводоканалНИИпроект»

Приведён анализ влияния фитопланктона на формирование качества воды источника питьевого водоснабжения. Показано, что развитие фитопланктона носит сезонный характер, продукты его жизнедеятельности и отмирания являются продуцентами пахнущих веществ и предшественниками тригалогенметанов. Приведены результаты изучения динамики фитопланктона. Выполнен анализ методов удаления фитопланктона и продуктов его жизнедеятельности. Показано, что применение префильтров с крупногранульной загрузкой является перспективным направлением.

Ключевые слова: *природные воды, запах, фитопланктон, коэффициент корреляции, тригалогенметаны, методы очистки, префильтр.*

UDC 628.16. Number of scientific specialty: 05.23.04.

The influence of phytoplankton on the formation of water quality and methods of its removal. Part 1

Zhanna M. Govorova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Water supply and Sanitation, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU); **Oleg B. Govorov**, PhD, Chief Specialist of the technology department of "MosvodokanalNIIproject Institute", JSC

The article analyzes the influence of phytoplankton on the formation of the water quality of the drinking water supply source. It is shown that the development of phytoplankton is seasonal, its metabolic products and dying off are producers of smelling substances and precursors of trihalomethanes. The results of studying the dynamics of phytoplankton are presented. The analysis of the methods of phytoplankton removal and its metabolic products has been performed. It is shown that the use of prefilters with a large granular load is a promising direction.

Key words: *natural waters, odor, phytoplankton, correlation coefficient, trihalomethanes, purification methods, prefilter.*

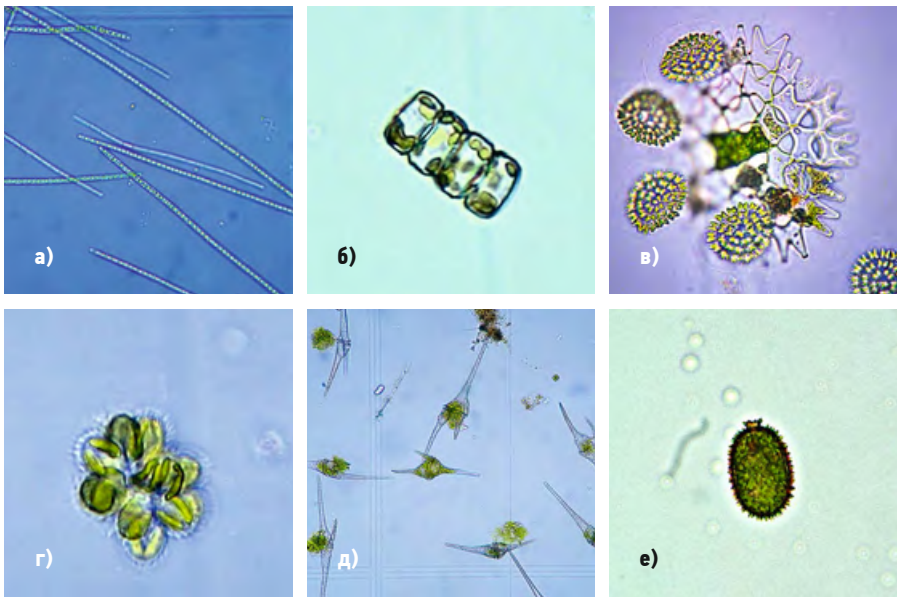


Рис. 1. Водоросли [**а** — сине-зелёные (*Aphanizomenon*); **б** — диатомовые (*Cyclotella*), **в** — зелёные (*Pediastrum*); **г** — золотистые (*Synura*); **д** — пирофитовые (*Ceratium*); **е** — эвгленовые (*Trachelomonas*)]

Массовое развитие, особенно в летне-осенний период, отдельных представителей альгофлоры (цветение воды) является следствием нарушения процесса саморегулирования в водных биоценозах. В пресных водоёмах цветение в основном обуславливают зелёные, диатомовые и сине-зелёные водоросли [1]. Для рассматриваемого водоисточника в наиболее неблагоприятный период цветение воды оценивалось как интенсивное, при этом максимальная концентрация биомассы водорослей достигала 24 мг/дм^3. В остальные периоды года цветение воды характеризовалось как слабое (от 0,5 до 1 мг/дм^3) и умеренное (от 1 до 10 мг/дм^3).

Массовое развитие, отмирание клеток фитопланктона в поверхностных источниках водоснабжения ухудшает качество речной воды, приводит к появлению интенсивного запаха, повышению мутности и цветности воды, увеличению концентрации органических веществ; способствует выносу водорослей с водой на водопроводные очистные сооружения (ВОС) и увеличению «грязевой» нагрузки на сооружения.

сине-зелёные водоросли (от 50 до 90 %), численность диатомовых снижалась и не превышала 30 %, появлялись золотистые водоросли (около 5 %).

С июля по ноябрь (летне-осенний период) наблюдалось максимальное развитие фитопланктона, численность которого в сентябре-октябре достигала в речной воде 145 344–371 875 кл/см^3. Со второй декады октября начинался спад в развитии водорослей. Численность преимущественно сине-зелёных водорослей снижалась до 250 кл/см^3 в ноябре и до 16–31 кл/см^3 в декабре.

Коэффициенты корреляции* N, кл/см^3 табл. 1

Год	Период	Ц–N	ПО–N	М–N	ОМЧ–N	В–N	N–T	Доминанты
2013	Январь-март	–0,15	0,55	0,27	0,04	0,79	0,08	диатомовые
	Апрель-июнь	–0,23	0,32	0,31	0,05	0,74	0,28	сине-зелёные
	Июль-сентябрь	0,50	0,71	0,65	0,72	0,81	–0,83	диатомовые
	Октябрь-декабрь	0,07	0,82	0,90	0,66	1,00	0,76	сине-зелёные
2014	Январь-март	–0,42	–0,10	0,69	0,21	0,91	0,72	диатомовые, зелёные
	Апрель-июнь	0,19	0,38	0,15	0,36	0,34	–0,01	сине-зелёные, диатомовые, зелёные
	Июль-сентябрь	–0,37	0,50	0,48	0,26	0,20	–0,45	сине-зелёные
	Октябрь-декабрь	0,29	0,61	0,62	0,69	1,00	0,67	золотистые, сине-зелёные, зелёные

* Между численностью фитопланктона и физико-химическими показателями качества речной воды: Ц — цветность, град.; ПО — перманганатная окисляемость, мгО/дм^3; М — мутность, мг/дм^3; ОМЧ — общее микробное число, КОЕ/см^3; В — биомасса, мг/дм^3; T — температура, °С.

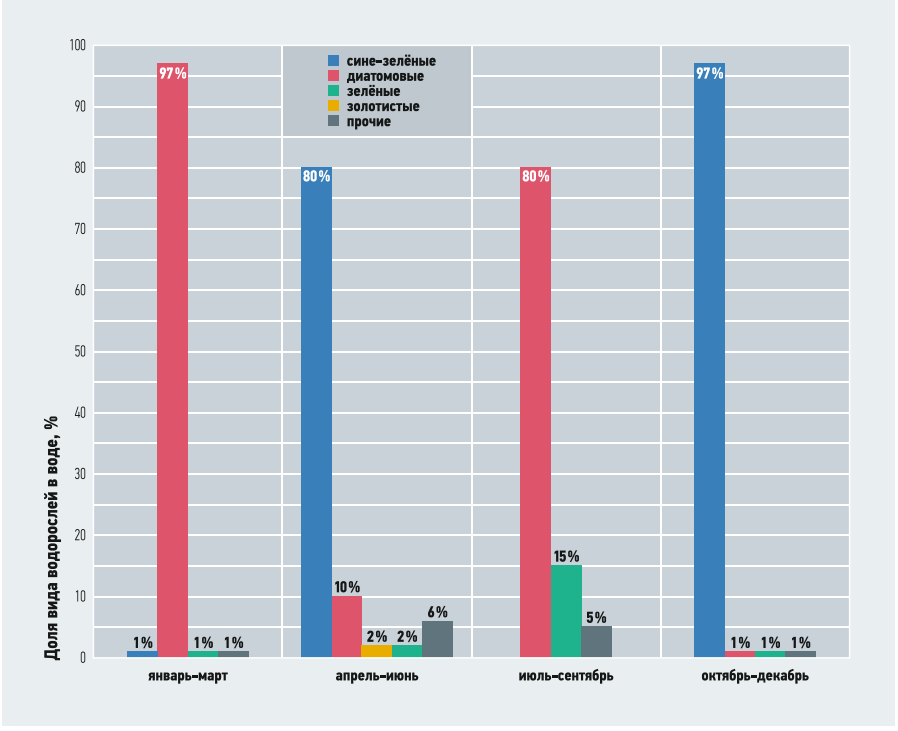


Рис. 2. Видовой состав водорослей (%) в речной воде, поступающей на ВОС

Корреляционный анализ, выполненный на основании многолетних данных мониторинга качества речной воды, поступающей на водопроводные очистные сооружения, показал сильную (коэффициент корреляции изменялся в пределах от ±0,71 до ±1,00) положительную (прямую) корреляционную связь (табл. 1) между численностью фитопланктона и его биомассой, перманганатной окисляемостью, мутностью и температурой и среднюю связь (коэффициент корреляции изменялся в пределах от ±0,31 до ±0,69) между численностью фитопланктона и цветностью, общим микробным числом. Обращает на себя внимание то, что корреляционная связь, как её усиление, так и ослабление, неоднозначна по сезонам года и годам в пределах анализируемого периода наблюдений.

Фото: Dr. Wim van Egmond, Nikon's Small World 2013

Колония золотистых водорослей (хризофитов) вида Synura uvella

В период интенсивного роста водорослей и после отмирания их клеток в воду попадают различные химические вещества. Спектр метаболитов водорослей очень широк — от низкомолекулярных летучих соединений до каротиноидов ($C_{40}H_{56}O_2$ и $C_{40}H_{56}$). Часть из этих веществ характерна практически для всех отделов водорослей, другая часть очень специфична и найдена лишь у отдельных представителей определённых отделов, классов и родов водорослей. Многие метаболиты проявляют высокую биологическую активность (терпены и их производные, изопреноиды, диметилсульфоксид, галоидированные лактоны и кетоны, гетероциклические, ароматические и серосодержащие углеводороды) [2].

Сине-зелёные водоросли, широко представленные в озёрах, водохранилищах и медленно текущих реках, производят «цианотоксины», концентрация которых возрастает в период интенсивного размножения водорослей. Это явление характерно для многих водоисточников и в последнее время служит объектом пристального внимания при проведении исследований.

По данным [3], водорослями родов *Microcystis*, *Anabaena*, *Aphanizomenon* и пр. продуцируются гепатоксины (в частности, микроцистины), встречающиеся в концентрациях свыше 1 мкг/дм^3 и признанные опасными для здоровья человека (поражают печень, нервную систему, вызывают дерматиты). Гепатоксины могут оставаться в воде после отмирания водорослей ещё в течение месяца.

Сезонные изменения качества воды, развитие фитопланктона, антропогенная и техногенная нагрузка на водоисточник, биологическое преобразование органических соединений, присутствующих в воде, обуславливают появление запахов.

Некоторые виды микроводорослей в результате своей жизнедеятельности, а также при отмирании и разложении являются продуцентами пахнущих веществ. К таким микроскопическим водорослям могут относиться виды *Oscillatoria agardhii*, *Aphani-zomenon flos-aqua*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos-aqua*, *Melosira granulate*, *Nodularie* и др.

На интенсивность образования пахнущих веществ в процессе жизнедеятельности микроводорослей влияет стадия их роста, а также условия среды обитания — освещённость и температура окружающей среды, причём при снижении последних двух параметров интенсивность образования одорирующих веществ увеличивается [4].

Основные проблемы запаха водопроводной воды чаще других возникают в связи с веществами, выделяемыми актиномицетами и цианобактериями родов *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Symploca* и др.

Актиномицеты продуцируют геосмин и 2-метилизоборнеол (МИБ). Чистые культуры актиномицетов производят запахи, которые характеризуются как землистый, древесный, затхлый, «запах картофельного погреба», медовый, рыбный, травяной. Причиной этих запахов, помимо геосмина и МИБ, могут быть продуцируемые актиномицетами изопропилметоксипиразин (ИПМП) и изобутилметоксипиразин (ИБМП) [5]. Цианобактерии (сине-зелёные водоросли) видов *Anabaena laxa* и *Anabaena flos-aquae* продуцируют геосмин, имеющий землистый или сладковато-землисто-кукурузно-травяной запах, а *Oscillatoria tenius*, помимо геосмина, выделяет и МИБ, производящие сладковато-арбузно-кукурузный и землисто-кукурузнозатхлый запахи. Пахучие вещества выделяются клетками и при жизни, но основной выход происходит при их отмирании — естественном или в результате применения альгицидов.

Из группы диатомовых водорослей пахнущие вещества продуцируют представители родов *Asterionella* (запахи герани и рыбы), *Cyclotella* (травянистый, герани и рыбы), *Tabellaria* (травянистый, герани и рыбы) и *Melosira* (травянистый, герани и затхлости). Зелёные водоросли способны придавать воде запахи травы, иногда — рыбы. Представители золотистых водорослей родов *Synura*, *Dinobryon* и *Uroglenopsis*, которые развиваются в холодное время года, способны придавать воде сильный рыбный запах.

Этот запах, как и в случае диатомовых водорослей, имеют альдегиды и кетоны, образующиеся в результате ферментативного преобразования ненасыщенных жирных кислот при отмирании клеток (гептагиены, нонадиенналы, декадиеналы, декатриеналы и гексаналы).

Видовой состав пресноводного фитопланктона табл. 2

Отдел	Род	Продуцируемый запах
Сине-зелёные	*Anabaena*	Плесневый, травянистый, отвратительный болотистый
	Aphanizomenon	Плесневый, травянистый, отвратительный болотистый
Диатомовые	*Asterionella formosa*	Ароматический, травянистый, рыбный
	Melosira	Рыбный
	Navicula	Землистый, ароматический
Зелёные	*Tetrastrum*	Болотистый
	Actinastrum	Землистый, ароматический
	Dictyosphaerium	Травянистый, настурций, рыбный
Золотистые	*Dinobryon*	Ароматический, отвратительный рыбный
	Synura	Огуречный, дыни, рыбный
Пирофитовые	*Ceratium*	Отвратительный рыбный
	Peridinium	Рыбный
Криптофитовые	*Cryptomonas*	Фиалковый сухой
Эвгленовые	*Trachelomonas*	Болотистый

В анализируемой речной воде преобладал землистый и болотистый запах интенсивностью от одного до трёх баллов. Данные по видам гидробионтов, встречающихся в природной воде и продуцируемому ими запаху, приведены в табл. 2.

Водоросли (клеточная масса и экстрацеллюлярные продукты жизнедеятельности) наряду с другими веществами являются также и потенциальным источником токсичных канцерогенных продуктов (тригалогенметанов, галоуксусных кислот и других). Тригалогенметаны образуются в процессе водоподготовки при использовании хлорсодержащих реагентов на этапе обеззараживания природной воды [6, 7].

Основными структурообразующими органическими веществами клеток водорослей являются протеины, углеводы и липиды, соотношение которых зависит от разновидности организма и стадии роста [8]. В табл. 3 приведены данные по относительному содержанию биополимеров по классам, причём суммарное содержание органических веществ в клетке водорослей принимается за 100 %. Липиды и протеины играют более значимую роль в образовании тригалогенметанов и галогенуксусных кислот, чем углеводы. В работе [2] выдвинуто предположение, что количественный и качественный состав побочных продуктов хлорирования зависит от соотношения трёх основных видов биополимеров в клетках водорослей.

Представляло интерес изучение динамики образования хлорорганических соединений в процессе обработки речной воды, содержащей микроводоросли.

На действующих ВОС обработка воды производилась по традиционной двухступенчатой реагентной технологии (горизонтальные отстойники — скорые фильтры), для обеззараживания воды использовался хлор. Доза первичного хлора изменялась в пределах от 1,74 до 2,49 мг/дм³, вторичного — от 1,08 до 1,34 мг/дм³. Время прохождения воды по сооружениям составляло примерно 4,2–4,5 ч.

Основными структурообразующими органическими веществами клеток водорослей являются протеины, углеводы и липиды, соотношение которых зависит от разновидности организма и стадии роста

Исследования, результаты которых приведены в табл. 4, проводились в зимний период с низкой температурой речной воды (1,1–2,7 °С), минимальной бактериальной загрязнённостью водоисточника и концентрацией органических загрязнений (перманганатная окисляемость — 6,16–6,26 мг/дм³). Мутность воды составляла 0,46–0,63 мг/дм³, цветность — 21–23 град., водородный показатель pH — 7,7–8,1, щёлочность не превышала 3,56 ммоль/дм³.

В воде присутствовали сине-зелёные и диатомовые водоросли.

Было установлено, что в условиях эксплуатации ВОС в штатном режиме при хлорировании воды, содержащей легкоокисляемые органические загрязнения и фитопланктон в малых количествах (40–102 кл/см³), образуются токсичные продукты — хлороформ и бромдихлорметан, концентрация которых по мере обработки воды на сооружениях повышалась и в очищенной воде составляла, соответственно, 68–117,6 (ПДК — 60 мкг/дм³) мкг/дм³ и 8,4–5,2 (ПДК — 30 мкг/дм³) мкг/дм³ (табл. 4). Причём концентрация образовавшегося хлороформа оказалась в 1,7 раза выше в пробе воды, в которой преобладали сине-зелёные водоросли (76,5 %).

Продолжение следует.

Соотношение биополимеров в клетках различных отделов водорослей табл. 3

Органические вещества клеток водорослей	Относительное содержание биополимеров в клетках водорослей, %		
	Сине-зелёные	Зелёные	Диатомовые
Протеины	51,2–82	35,1–68,1	19,2–58,4
Углеводы	14,5–41	13,6–33,0	8,1–36,3
Липиды	3,6–24,5	3,8–43,9	15,8–71,6

Показатели качества исходной и очищенной на ВОС воды табл. 4

Вода	Показатель	Проба №1*	Проба №2*
Исходная	**Биомасса**, кл/см³	0,02	0,03
	Численность водорослей (сине-зелёные / диатомовые / прочие), кл/см³	102 (100 %) / 78 (76,5 %) / 24 (23,5 %) / –	40 (100 %) / – / 32 (80 %) / 8 (20 %)
	Хлороформ, мкг/л	отс.	отс.
	Бромдихлорметан, мкг/л	отс.	отс.
Очищенная	**Биомасса**, мг/дм³	0,01	0,01
	Численность водорослей (сине-зелёные / диатомовые / прочие), кл/см³	8 (100 %) / – / 8 (100 %) / –	8 (100 %) / – / 8 (100 %)
	Хлороформ, мкг/дм³	117,6	68
	Бромдихлорметан, мкг/дм³	8,4	5,2

* Режимы обработки воды и дозы реагентов идентичны.

1. Руденко Г.Г., Гороновский И.Т. Удаление примесей из природных вод на водопроводных станциях. — Киев: Будівельник, 1976. 208 с.
2. Васильева А.И., Насырова М.Р., Кантор Л.И., Труханова Н.В., Мельницкий И.А. Роль водорослей в образовании побочных продуктов хлорирования воды // Водоснабжение и санитарная техника, 2014. №3. С. 34–38.
3. Мокиенко А.В. Цианобактерии как опасные контаминаты поверхностных водоёмов // ВодаMagazine, 2017. №2. С. 20–24.
4. Скрябин А.Ю., Поповьян Г.В., Тронь И.А. Микроводоросли как фактор, влияющий на органолептические свойства воды реки Дон // Водоснабжение и санитарная техника, 2015. №8. С. 38–43.
5. Гусев Е.Е. Одорирующие вещества биологического происхождения в природных водах и способы их удаления при водоподготовке: Дисс. канд. техн. наук. по спец. 05.23.04. — М.: НИИ ВОДГЕО, 2007. 180 с.
6. Алексеева Л.П. Снижение концентрации хлорорганических соединений, образующихся в процессе подготовки питьевой воды // Водоснабжение и санитарная техника, 2009. №9. С. 27–34.
7. Govorova Zh., Gorenko G., Rudich Ul., Govorov V. Evaluation of barrier functions of traditional water supply facilities in relation to toxic trihalomethanes. MATEC Web of Conferences. Vol. 251 (03032). 2018.
8. Hong H.C., Mazumber A., Wong M.H., Liang Y. Yield of trihalomethanes and haloacetic acids upon chlorinating algal cells, and its prediction via algal cellular biochemical composition. Water Research. 2008. No. 42. Pp. 4941–4948.

References — see page 94.

В NAVIEN понимают необходимость изменений

Прошедший 2018 год оказался для «Навиен Рус» по-настоящему историческим и насыщенным значимыми событиями. И это касается далеко не только пятилетнего юбилея пребывания бренда NAVIEN на российском рынке и 40-летия с момента открытия первого завода компании в пригороде Сеула. Об этих событиях и изменениях в бизнесе компании коммерческий директор Александр СОНГ рассказал главному редактору журнала С.О.К. Александру Гудко в эксклюзивном интервью в рамках выставки Aquatherm Moscow 2019.

В качестве небольшого вступления напомним, что в 2018 году «Навиен Рус» смог продать свой миллионный настенный котёл, чего ранее не удавалось сделать ни одному из конкурентов компании. Кроме того, NAVIEN в очередной раз получила ежегодную премию доверия потребителей «Народная марка №1 в России». Наряду с этим была проведена трёхдневная дилерская встреча в Москве, собравшая более 300 участников. И это было самым масштабным мероприятием компании за все пять лет работы в России. Одним словом, сотрудникам «Навиен Рус» 2018 год запомнился именно высокой плотностью значимых событий.

Александр, скажите, планируются ли какие-либо изменения в коммерческой и маркетинговой политике компании?

А.С.: Безусловно, ведь удерживать пальму первенства на российском рынке отопительного оборудования становится всё сложнее из-за высокой конкуренции между брендами. В этом году мы планируем реагировать на новые вызовы не только за счёт расширения модельного ряда, но и внеся серьёзные изменения в позиционирование бренда NAVIEN в России.

Так, «Навиен Рус» готова к полноценному выходу в относительно новый для себя сегмент отопления нежилых объектов повышенной площади. Нашим каскадным системам вполне под силу конкурировать с промышленными котлами по мощности, но при этом они отличаются компактностью, широким диапазоном выходных параметров, а также относительной простотой монтажа и сервисного обслуживания.

Аналогичная история — с реализацией проектов с государственным участием. Например, у нас уже есть позитивный опыт сотрудничества с администрацией Калужской области. В прошлом году компания «Навиен Рус» приняла участие в проекте по переводу 3000 квартир в домах промышленного кластера города Калуги с центрального отопления на индивидуальное, а также в оснащении котлами вновь построенных квартир в рамках «КОШЕЛЕВ-проект». В 2019 году мы планируем расширить своё взаимодействие с государственными структурами.

Не забыли мы и о наших партнёрах, которые в скором времени смогут принять участие в новой программе лояльности. Мы создали уникальную систему мотивации и бонусов для нашей дистрибьюторской сети в России.

Компания NAVIEN уже шестой год подряд участвует в выставке Aquatherm Moscow. Какие новинки в продуктовой линии стоит выделить, какие из них, на ваш взгляд, должны стать драйверами на рынке отопления?

А.С.: В этом году на рынок выйдет сразу несколько новинок, с которыми посетители нашего стенда знакомятся на выставке. Мы представляем здесь линейку настенных газовых котлов DELUXE EXPERT. Главное достоинство новинки — это прежде всего её конкурентная цена. Предполагается, что в основном котлы будут поставляться на тендерные объекты, где конкуренты зачастую борются за каждую копейку в цене. При этом EXPERT полностью соответствует качеству сборки и показателям эффективности других котлов семейства DELUXE, которых, к слову, в России было продано уже более полумиллиона штук.

В 2019 году на российский рынок выйдет долгожданная новинка — конденсационный котёл NCB 700. С его помощью

Полная видеозапись интервью

Александр СОНГ, коммерческий директор компании ООО «Навиен Рус»

мы планируем привить отечественным потребителям интерес к технологии конденсации, позволяющей экономить до 20 процентов потребляемого газа. Наряду с этим на рынок выйдет одноконтурный конденсационный котёл NFB. Его отличительной чертой является высокая мощность — 98 киловатт — и возможность установки как в настенном, так и в напольном исполнении.

С новинками всё понятно… Ранее вы сказали, что приоритетом на 2019 год будут являться лояльность потребителей и — прежде всего — лояльность монтажников. Каким образом вы планируете завоёвывать и удерживать лояльность профессионалов?

А.С.: Мы планируем активно развивать наш «Клуб NAVIEN Pro» и превратить его в полноценное сообщество специалистов монтажных организаций. Участие в нём позволит общаться с коллегами, обмениваться полезным опытом и знаниями, что пойдёт на пользу рынку в целом. Появится у нас и своя программа лояльности: за установленные котлы будут накапливаться баллы, которые можно будет обменять на товары и услуги. А ещё в рамках клуба мы планируем организовывать корпоративные мероприятия NAVIEN в России, курсы повышения квалификации и поездки на наши заводы в Южной Корее.

Кроме того, в этом году компания предложит профессионалам новые форматы региональных маркетинговых мероприятий. Помимо традиционных технических семинаров для сервисных специалистов и специализированных семинаров для сотрудников ГОРГАЗов, мы планируем проводить мероприятия для самых различных аудиторий. В частности, у нас есть планы собирать тематические конференции для специалистов монтажных организаций, проектных организаций и застройщиков. В планах и проведение региональных конференций NAVIEN Forum для дилерской сети и авторизированных сервисных центров. И, конечно, запланировано проведение обучающих семинаров для коммерческого и торгового персонала.

В текущем году оформлению торговых точек будет уделяться особое внимание. Сейчас каждый производитель бьётся за самое заметное «место на полке» в точке офлайн-продаж. В планах «Навиен Рус» — оформить и переоборудовать около 300 действующих торговых точек, а также открыть 30 новых бренд-зон в магазинах партнёров и пять учебных комнат на базе ГОРГАЗов.

Александр, вы работаете на российском рынке уже шестой год и застали все взлёты и падения в нашей отрасли, а также познали турбулентность отечественной экономики. Хотелось бы услышать ваше видение ситуации и оценку перспектив развития сектора отопления. Какие тренды стоит ожидать на отопительном рынке?

А.С.: Напомню, что в 2017 году объём продаж в сегменте газовых отопительных котлов на российском рынке снизился до 735 тысяч штук, что более чем на 10 процентов ниже показателей кризисного 2014 года. В прошлом году, по нашим ощущениям, российский рынок постепенно стал возвращаться к пикам спроса в этом сегменте. Но меняется не только количество проданных котлов.

Отечественный потребитель становится всё более требовательным к качеству сборки отопительного котла, удобству его монтажа и уровню сервисного обслуживания. В центре внимания оказывается эффективность и показатели энергопотребления котельного оборудования. Просто низкой ценой российского потребителя уже не удивишь. И здесь мы видим особые перспективы у конденсационной технологии, которую NAVIEN развивает уже более 40 лет.

На правах рекламы.

Теплообменники производства ИЭМЗ «Купол»: оборонные стандарты качества — гражданской продукции

Серьёзной проблемой производства продукции гражданского и народно-хозяйственного назначения в России является обеспечение качества. К сожалению, на протяжении десятилетий, а то и веков, оно зачастую не дотягивало до европейских стандартов. При этом качество российской военной техники, начиная со второй половины прошлого века, столь же часто эти европейские стандарты превосходило. Получалась парадоксальная ситуация — сложнейшие оборонные изделия оказывались лучшими в мире, а, например, кондиционеры могли конкурировать разве что с китайской техникой.

Причина этого парадокса была проста — в российской оборонной промышленности были сконцентрированы лучшие инженерные и рабочие кадры, отработаны высокоточные технологии. Но то, что тормозило развитие «гражданки», стало мощным двигателем её развития — после того как военные предприятия научились внедрять оборонные технологии в гражданское производство.

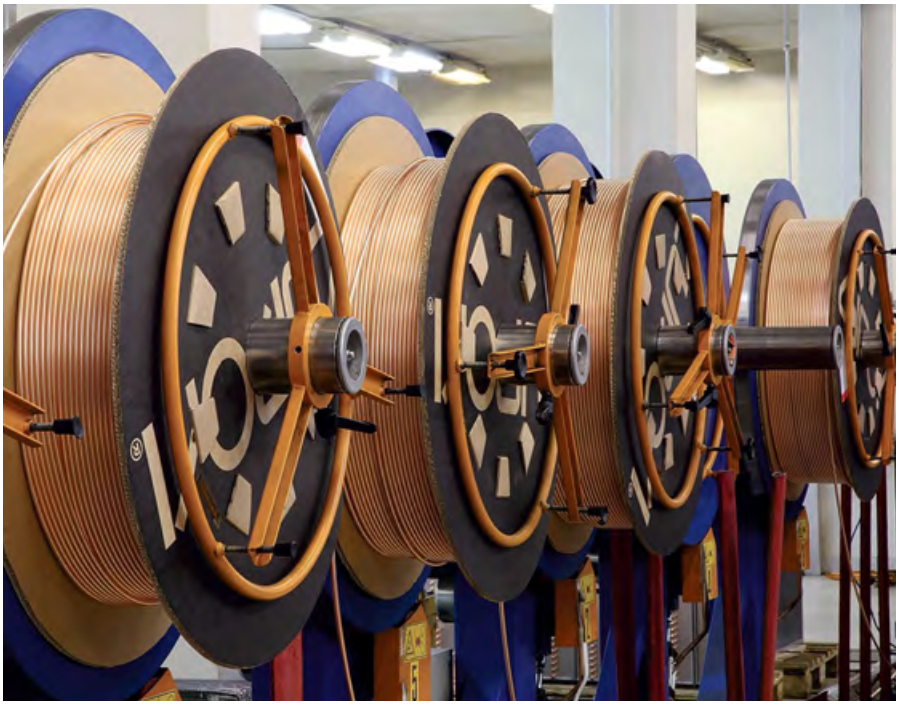
Одним из примеров успешного использования оборонных инженерных и технологических наработок в производстве продукции народного и народно-хозяйственного назначения является АО «Ижевский электромеханический завод «Купол» (входит в состав концерна ВКО «Алмаз-Антей») — производитель зенитных ракетных комплексов семейства «Тор». Начиная с 1990-х годов завод активно диверсифицирует своё производство и наряду с военной техникой выпускает широкую номенклатуру гражданских изделий.

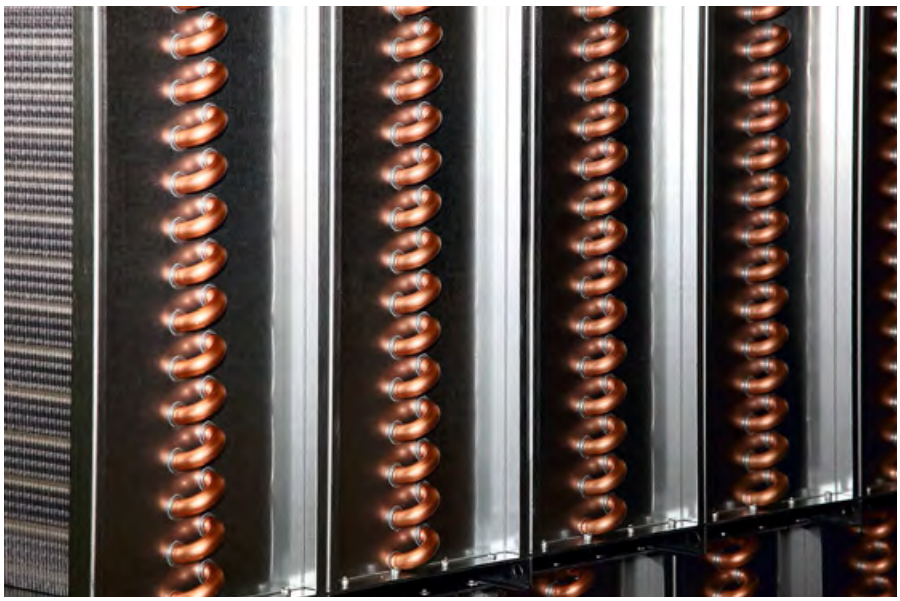
В их числе медно-алюминиевые теплообменники, которые ИЭМЗ «Купол» производит с 2001 года.

Богатый опыт производства, высокие технологии и ориентир на высшие достижения инженерно-конструкторской мысли позволяет предприятию выпускать продукцию высочайшего качества.

Теплообменники «купольского» производства изготавливаются из материалов, соответствующих европейским стандартам качества, на высокоточном оборудовании итальянской компании Costruzione Macchine Speciali (CMS), обеспечивающем максимально плотную посадку алюминиевых ламелей на медные трубки. Такое соединение не только является прочным, но и положительно влияет на теплопередачу теплообменника. Пайка осуществляется медно-фосфорными и серебросодержащими припоями, что позволяет добиться высокой прочности швов. А использование многокомпонентного флюса позволяет удалить окислы с поверхности металлов и увеличить прочность соединения.

Благодаря правильно подобранной медной трубке оптимального диаметра и тщательно рассчитанной толщине стенки





теплообменники производства ИЭМЗ «Купол» выдерживают тяжёлые температурные условия эксплуатации. Производственное оборудование позволяет выдерживать широкий шаг между алюминиевыми ламелями (от 1,6 до 10 мм), что даёт уменьшение степени намораживания льда на теплообменнике.

ИЭМЗ «Купол» предлагает несколько типов алюминиевых ламелей: гладкие или гофрированные, с просечками, с ломаным или ровным краем. Гофровка делает ламели более жёсткими и создаёт турбулентность в потоке воздуха, увеличивающую теплообмен между воздухом и рёбрами.

Номенклатура теплообменников включает пять геометрий следующих размеров: 12,5×19; 21,65×25; 25×25; 25×50 и 50×50 мм. Теплообменники готовы для работы практически на любых теплоносителях: воде, паре, водных растворах этилен- и пропиленгликоля.

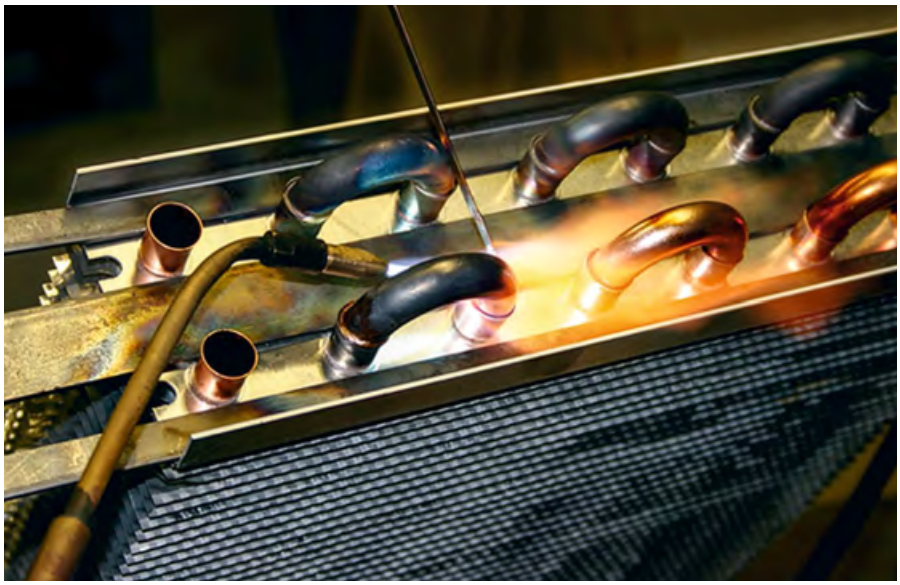
На всех этапах производства теплообменников осуществляется контроль качества. Изделия проходят приёмо-сдаточные, периодические и типовые испытания, в том числе тесты, имитирующие экстремальные условия эксплуатации. Ведётся проверка на герметичность, что позволяет в дальнейшем избегать утечек холодоносителя. Совместные строгий контроль качества и многосторонние испытания являются одними из факторов гарантии безупречной работы медно-алюминиевых теплообменников ИЭМЗ «Купол».

Качество производства является одним из главных приоритетов ИЭМЗ «Купол». Документированная Система качества ИЭМЗ «Купол» впервые была сертифицирована в 1998 году. С внедрением новой версии международного стандарта ISO 9001 и российского военного стандарта ГОСТ РВ 0015-002 на ИЭМЗ «Купол» была разработана, внедрена и сертифицирована Система менеджмента качества, которая соответствует требованиям указанных стандартов, при этом она едина и для военной техники, и для товаров гражданского назначения.

Высокое качество, низкая цена, широкие возможности использования, экономичность и эргономичность — вот что отличает продукцию ИЭМЗ «Купол» и обеспечивает ей устойчивый спрос.

Строжайший контроль технологии производства, сопоставимый с военной «приёмкой», высокоточные технологии, выверенным конструкторские решения, высококвалифицированный персонал — всё это позволило медно-алюминиевым теплообменникам производства Ижевского электромеханического завода «Купол» завоевать признание среди производителей систем вентиляции, кондиционирования и холодильного оборудования. ●

Богатый опыт производства, высокие технологии и ориентир на высшие достижения инженерно-конструкторской мысли позволяет АО «Ижевский электромеханический завод «Купол», входящему в состав концерна воздушно-космической обороны «Алмаз-Антей», выпускать продукцию высочайшего качества



АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей»

121471, г. Москва, ул. Верейская, д. 41
Тел. +7 (495) 276-29-65
Факс +7 (495) 276-29-69
E-mail: antey@almaz-antey.ru
www.almaz-antey.ru

АО «Ижевский электромеханический завод «Купол»

Россия, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Песочная, д. 3
Тел. +7 (3412) 72-51-25
Факс +7 (3412) 72-68-19
E-mail: iemz@kupol.ru
www.kupol.ru

Один Buderus в минуту, или Миллион радиаторов за три года

Завод «Еврорадиаторы» работает в городе Энгельс Саратовской области с 2015 года. Предприятие входит в группу Bosch и выпускает стальные панельные радиаторы под маркой Buderus. Директор завода Вячеслав БЕККЕР рассказал о своём видении рынка, о последствиях обязательной сертификации продукции, о «бошевской» производственной культуре и правильной мотивации сотрудников.

О текущей ситуации на рынке

Как вы оцениваете состояние российского рынка и ваше положение на нём?

В.Б.: Рынок в этом году весьма стабильный, спрос на наши радиаторы устойчивый. Темпы строительства и ввода жилья в стране были очень высокие, и это напрямую отразилось на нас. А благодаря вступлению в силу постановления об обязательной сертификации радиаторов на рынке даже возник ажиотаж, потому что не всем производителям удалось вовремя сертифицироваться. Так что благодаря благоприятной конъюнктуре наш завод сейчас полностью загружен, мы работаем в три смены.

Как новые правила сертификации повлияли на рынок?

В.Б.: Долгие годы главной проблемой на нашем рынке была некачественная продукция, значительная доля которой шла из-за рубежа. Ассоциация производителей радиаторов (АПРО) постоянно об этом говорила. Многие производители писали в своих паспортах некорректные данные, завышали показатели. Давно надо было изменить правила игры, и вот мы, наконец, дождались. Этим летом была введена обязательная сертификация согласно ГОСТ 31311–2005. Теперь без соответствующего сертификата некачественная продукция даже не сможет пересечь границу России. Это очень нужная мера, от которой выигрывают нормальные производители и, конечно, покупатели. На цены это повлиять не должно, поскольку в масштабах рынка расходы на сертификацию незначительны. А насытить внутренний спрос серьёзные предприятия смогут без проблем.

Долгие годы главной проблемой на нашем рынке была некачественная продукция из за рубежа. Теперь без сертификата она не сможет пересечь границу РФ

Каковы ваши прогнозы на 2019 год?

В.Б.: Я не жду большого роста на нашем рынке. Скорее всего, общий спрос будет стагнировать либо снижаться. Можно выделить два основных направления продаж: проектное и розничное. Первое — большие строительные проекты, многоквартирные дома. Второе — розница, мелкие партии. Оба направления одинаково важны. Проектные продажи — это большие объёмы, но и цены пониже. Розница — это более высокие цены, а также работа на имидж, узнаваемость марки Buderus.

Что мы ожидаем от каждого из этих направлений? В строительной отрасли количество объектов будет уменьшаться, что повлияет на спрос. В рознице я особого ухудшения не ожидаю. Передел рынка, возможно, будет происходить, но не фундаментально. Основные изменения уже произошли в 2018 году. А вот со стороны государства будут важные изменения. Ожидается повышение НДС, введение новых законодательных требований к продукции. К этому надо быть готовым.

Внешние факторы вряд ли повлияют на рынок. Если говорить о курсе, то его роль с точки зрения продаж не так значительна, поскольку серьёзного экспорта в ближнее и дальнее зарубежье у российских производителей нет, и доля импорта в затратах также невелика.

Вячеслав Беккер, директор завода «Еврорадиаторы» (город Энгельс Саратовской области)

О продукции и продажах

Что можно сказать о ваших достижениях в этом году?

В.Б.: Наше основное достижение — стабильная работа в условиях законодательной неопределённости. Сертификация коснулась всех на рынке, это факт. В этой сложной ситуации нам удалось обеспечить непрерывные поставки нашим потребителям. Не было ни одного случая срыва поставок — и я этим горжусь. Конечно, были сложные моменты, но мы успешно справились.

Мы производим в среднем около 350 тысяч радиаторов в год. Завод работает уже больше трёх лет, так что недавно мы отпраздновали выпуск миллионного радиатора! Это для нас очень важная веха и большая радость. Был праздник, мы съели вкуснейший торт в виде этого самого радиатора. И ещё мы отследили путь юбилейного радиатора до конечного потребителя и предложили ему эксклюзивное обслуживание по любым вопросам за наш счёт.

Теперь уже думаем о втором миллионе. Его мы сделаем быстрее, скорее всего, уже в 2020 году. За два года управимся, поскольку у нас планируется модернизация оборудования, мероприятия по повышению производительности. Так что мощности хватит. Но всё, конечно, решит рынок и спрос на нём.

Как формируется ваша ценовая политика? Что влияет на цену вашей продукции?

В.Б.: Наша задача — предложить рынку высококачественные радиаторы по привлекательной цене. Разместив производство в России, мы смогли нивелировать влияние большинства внешних негативных факторов ценообразования. Именно

по этой причине мы одни из немногих имеем рублёвый прайс-лист на радиаторы в России. Однако мы живём не в вакууме и вынуждены реагировать на изменение цен на сталь и энергоносители.

У нас высокая степень локализации продукции, мы используем российскую сталь. В себестоимости радиатора её доля превышает 60 процентов. Если цена стали повышается, то мы с задержкой, но вынуждены повышать наши отпускные цены с завода. Иностранные комплектующие у нас есть, но их доля невелика.

Что касается затрат на оборудование, то оно у нас в основном импортное. И поэтому какие-то запасные части надо, разумеется, заказывать за рубежом. Однако и здесь мы стремимся к локализации и уже работаем с большим количеством местных компаний. В итоге у нас получается обеспечить немецкое качество продукции по российским ценам. Это наши клиенты ценят больше всего.

Какова география ваших продаж? Какие направления являются приоритетными, где вы присутствуете в меньшей степени?

В.Б.: Благодаря широкой филиальной сети компании «Бош Термотехника» мы активно работаем во всех регионах России и со всеми игроками: застройщиками, проектировщиками, сетевыми торговыми компаниями, монтажными и сервисными компаниями. Мы поставляем значительную часть продукции в европейскую часть России, особенно в Санкт-Петербург и Ленинградскую область. Это наш фокусный регион.

Однако в регионах Сибири и Дальнего Востока мы сталкиваемся с двумя препятствиями для развития продаж: сложности в логистике и историческая любовь местных потребителей к алюминиевым и биметаллическим радиаторам. Несмотря на это, в 2018 году продажи в этих регионах шли очень динамично. Это говорит о том, что наша политика продаж в этих регионах, стратегический выбор партнёров и мероприятия по продвижению радиаторов были сформулированы и реализованы правильно.

Сейчас наше внимание в основном приковано к внутреннему рынку. Наша первоочередная задача — справиться с внутренним спросом. С точки зрения мощностей мы могли бы выпускать больше продукции, и эта задача сейчас в процессе решения. При этом экспортные планы у нас, конечно, есть. Из направлений смотрим и на СНГ, и на дальнее зарубежье. Например, в Казахстане и Республике Беларусь мы уже продаёмся, но объёмы невелики, поскольку цены там такие же, как здесь, или даже чуть ниже. Другое дело — экспорт, продажи за евро и доллары. Это интересно и перспективно.

Планируете ли вы в ближайшем будущем расширять портфель продукции?

В.Б.: Пока ничего серьёзного не планируем. Сейчас у нас идеальный баланс между спросом и предложением различных высот и длин радиаторов. В целом доля экзотических типоразмеров в спросе очень невелика. Но и эти запросы надо отрабатывать, чтобы клиенты были довольны. Поэтому наши коллеги из «Бош Термотехника» привлекают партнёров, чтобы предлагать клиентам полную линейку продукции.

О производстве

:: Как у вас на заводе организовано производство?

В.Б.: У нас установлено хорошее оборудование, одно из лучших в своём классе. Параллельно организованы два полностью автоматизированных процесса. Первый — производство «чёрных», неокрашенных радиаторов. Второй — их доведение до конечного состояния. На этом этапе продукт передаётся на линию покраски, происходит его химическая подготовка, очищение, нанесение покрытия, затем обжиг в печи. Отгрузка готовой продукции у нас пока производится вручную, но уже есть пилотный проект по запуску автоматических погрузчиков.

В среднем мы производим один радиатор в минуту, но при необходимости можем ускориться до более 2000 радиаторов в день. У нас нет больших складов, вся продукция сразу отправляется в наш торговый дом. Каждый день это две-три машины. Процесс отстроен качественно.

Разумеется, бывают и трудности, например, перебои с поставками энергии. Иногда городские сети не выдерживают, происходят отключения электричества. Это удар по нашей производительности, поэтому на такие случаи у нас всегда есть план действий. Мы очень серьёзно подходим к защите чувствительного оборудования. Вообще, это сильная сторона нашей команды — справляться с неожиданными вещами. За три года мы много пережили вместе, и всегда получалось найти решение, которое не отражалось бы на клиенте.

:: Какие меры вы предпринимаете для управления качеством продукции?

В.Б.: У нас принята отлаженная многоступенчатая система. Всё начинается с выбора поставщиков и контроля качества их продукции. Затем дополнительная проверка компонентов и материалов, чтобы исключить попадание брака на производственную линию. Далее на самом производстве есть обязательные тесты. Например, 100 процентов радиаторов тестируются во время производства, проходят гидравлический тест, который проверяет механические свойства и наличие утечек. Наконец, есть служба качества, которая помогает защитить клиента от брака. Они проводят выборочные тесты продукции по расширенной схеме. Всё это даёт очень высокий уровень надёжности.

О сотрудниках и мотивации

:: Расскажите о коллективе вашего завода. Кто у вас работает?

В.Б.: Коллектив довольно молодой. Средний возраст 35–40 лет. Есть и молодёжь, и опытные специалисты. Мы стараемся создать комфортные условия работы для всех возрастов. Особенно для работников предпенсионного возраста, чтобы их опыт и знания были востребованы. Большое внимание мы уделяем безопасности и охране здоровья. Например, у нас есть собственная поликлиника, спортзалы, льготное питание и доставка для сотрудников, а служба охраны труда и промышленной безопасности по праву считается одной из самых прогрессивных в области.

Работники у нас очень квалифицированные, мы отбираем лучших. Помогает в этом наша репутация одного из крупнейших работодателей региона с развитой культурой производства. Ведь производственный кластер Bosch в Энгельсе — это четыре больших предприятия: радиаторы, бытовые и промышленные котлы, свечи зажигания и электроинструмент. Всего это более 1500 человек. В городе нас хорошо знают.

:: Как вы привлекаете молодых сотрудников? Какие специалисты у вас наиболее востребованы?

В.Б.: Мы используем разные каналы привлечения молодёжи, один из наиболее приоритетных — партнёрство с местным техникумом. Периодически мы отбираем наиболее талантливых ребят на двойное обучение. Теорию они получают в учебном заведении, а практический опыт — на заводе, проходя различные этапы обучения. В Германии это распространённая практика, которая даёт великолепные результаты.

Что касается спроса на сотрудников, то есть одна область, в которой мы постоянно ощущаем нехватку кадров. Это обслуживание, ремонт и модернизация оборудования. Проблема нехватки этих специалистов — общая для всех предприятий кластера. Оборудование у нас достаточно сложное, нужны люди либо с большим, либо со специфическим опытом. Такие профессионалы у нас всегда на вес золота. И это очень хорошая возможность для тех, кто сейчас выбирает профессию.

:: Что, на ваш взгляд, самое важное в мотивации сотрудников?

В.Б.: Зарплаты и премии у нас привлекательные, но всегда можно найти что-то более выгодное, уехать работать в Москву или Санкт-Петербург, наконец. Так что среди факторов мотивации для нас на первый план выходит возможность делать интересную творческую работу, в которой человек может себя раскрыть, реализовать как профессионал. Это мало где есть, и мы этим очень гордимся.

Я всегда старался развивать в команде самостоятельность и ответственность. Мы — часть большого международного концерна с богатыми производственными традициями, своей философией. И ответственность — это наша основа. Это очень важно, и это ценится. Сотрудники, которые живут по принципу «это мой завод», быстро продвигаются. Я стремлюсь сделать так, чтобы их предложения и улучшения были заметны, чтобы они получали материальное вознаграждение и признание в коллективе. Мне особенно дорого, что инициатива у нас проявляется на всех уровнях — среди инженеров, сотрудников линии и простых рабочих. Значит, мы всё делаем правильно.

27.02
-02.03
2019

Краснодар
ВКК «Экспоград Юг»

Получите
бесплатный
билет на сайте
www.yugbuild.com

ВАШ ПРОМОКОД:
YUGBUILD2019

YugBuild

Выставка отделочных и строительных
материалов и инженерного оборудования

Организатор
МВК Международная Выставочная Компания
+7 (861) 200-12-34
yugbuild@mvk.ru

Генеральный партнер
KNAUF Немецкий стандарт

Генеральный спонсор
СЛАВЯНСКИЙ КИРПИЧ

Региональный информационный партнер
ОБУСТРОЙСТВО
журнал для тех, кто строит и делает ремонт

Официальный информационный спонсор
КОМПОЗИТ XXI век

Фото: LEAG, www.leag.de

В Германии решили покончить с зависимостью от угля к 2038 году

Ископаемые энергоносители обеспечивают до 40 % электричества, вырабатываемого в стране, в то время как не утихают споры о дате прекращения их использования. В Германии принято долгожданное решение к 2038 году избавиться от необходимости эксплуатации угольных электростанций, загрязняющих окружающую среду; оно является результатом масштабной работы европейских стран, направленной на достижение целей Парижского соглашения по климату (подразумевающего снижение концентрации углекислого газа в атмосфере Земли с 2020 года).

Германия — последний оплот угольной энергетики в северо-западной части Европы; самый «грязный» из ископаемых энергоносителей удовлетворяет почти 40 % энергопотребления страны. Для сравнения электростанции на угле обеспечивают лишь 5 % потребления в Великобритании, в которой планируют полностью отказаться от этого источника энергии к 2025 году.

В ходе долгих переговоров, затянувшихся на всю ночь, немецкая правительственная «Комиссия по углю» (Kohlekommission) в составе 28 членов — представителей промышленности, политиков и негосударственных организаций, которые с прошлого лета тщательно прорабатывали график отказа от угольной энергии, установила в качестве окончательного срока 2038 год.

Ханс Йоахим Шелльнхубер (Hans Joachim Schellnhuber), член комиссии и консультант канцлера Германии Ангелы Меркель (Angela Merkel), заявил: «*Это важный шаг на пути к той эпохе, когда ископаемые энергоносители станут достоянием прошлого, шаг, который также открывает новые перспективы причастным регионам — их ждут структурные изменения в экономике, переведённой на инновационные рельсы*». Также он указал, что достичь консенсуса в выборе окончательной даты отказа от угля было нелегко. Эксперт по углю «Немецкого климатического альянса» (Klima Allianz Deutschland) Штефани Лангкамп (Stefanie Langkamp) с осторожностью приветствовала принятие этого решения. Она заявила: «*Это замечательно, что давно назревший вопрос отказа от угля начал решаться и что перед регионами открываются новые перспективы. Но налицо явная опасность экологического кризиса, и поэтому подходить к её предотвращению нужно было гораздо более энергично*».

В ходе долгих переговоров немецкая правительственная «Комиссия по углю» в составе представителей промышленности, политиков и негосударственных организаций, которые с прошлого лета тщательно прорабатывали график отказа от угольной энергии, установила в качестве окончательного срока 2038 год

Источник: The Guardian. Перевод: Российская ассоциация ветроиндустрии (РАВИ)

С другой стороны, в немецкой энергетической компании Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG (RWE), в управлении которой находится большое число угольных электростанций по всей стране, заявили, что 2038 год — это «слишком рано» для компании, и возможный пересмотр даты в 2032 году даёт шанс отодвинуть окончательные сроки. В заявлении компании говорится, что предложения *«будут иметь далеко идущие последствия для энергетического сектора Германии и, в частности, для самой RWE»*.

Генеральный директор RWE Рольф Мартин Шмитц (Rolf Martin Schmitz) сделал оговорку о том, что план по отказу от использования угля будет иметь «серьёзные последствия» для той сферы деятельности компании, которая завязана на сжигании чёрного лигнита или бурого угля.

Члены профсоюзов работников угольной промышленности в минувшую пятницу встретили решение комиссии проведением в Берлине демонстрации, на которой звучали лозунги против форсирования отказа от угля. Одновременно с ней в немецкой столице тысячи детей школьного возраста приняли участие в акции протеста с призывами прекратить использовать уголь, чтобы избежать глобального потепления.

Согласованный немецкой «Комиссией по углю» окончательный документ, с которым ознакомился The Guardian, занимает 336 страниц и предусматривает сокращение мощностей угольной энергопромышленности Германии, которые на данный момент составляют 42,6 ГВт, до 30 ГВт к 2022 году и до последующих 17 ГВт к 2030 году.

В организации Greenpeace призвали к переносу сроков на 2030 год, в то время как остальные природоохранные организации выдвинули предложения о переносе на 2035 год. Почти три четверти опрошенных немцев считают, что отказ от использования угля в скором времени — это важный вопрос, о чём свидетельствуют данные опроса 1285 человек, проведённого телекомпанией ZDF.

Дейв Джонс (Dave Jones), аналитик из лондонского отделения брюссельского аналитического центра Sandbag: *«Действительно, 2035 год — это весьма амбициозный шаг. Более важный вопрос — как быстро этого на самом деле удастся достичь [например, промежуточных целей]»*.

Комиссия заявила, что предпочтительным резервным источником энергии для Германии станет газ, а не уголь, что сделает энергетическую систему страны более похожей на британскую.

Ангела Меркель, выступая на февральском международном форуме в Давосе, заявила, что, поскольку страна оставляет уголь позади и закрывает последние АЭС в 2022 году, *«ей понадобится больше природного газа, и цены на электроэнергию при этом должны оставаться доступными»*. Правительство ФРГ стремится увеличить долю возобновляемых источников в электроснабжении с теперешних 38 до 65 % в 2030 году.

Одной из наиболее острых проблем стала компенсация, которую необходимо будет выплатить энергетическим фирмам за закрытие угольных электростанций до завершения реального срока их эксплуатации.

По планам комиссии на эти цели должно быть выделено около €40 млрд. Представители энергетического сектора рассчитывали на €60 млрд. Госсекретарь Германии по энергетике Томас Барейс (Thomas Bareiß) заявил, что хоть отказ от использования угля и необходим, этот *«переход [к современным методам получения энергии] будет очень дорогим»*. ●

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

Независимый анализ проектных решений систем кондиционирования воздуха

Поводом для написания этой статьи стал личный опыт автора. При строительстве крупного пятизвёздочного отеля в Черногории меня пригласили для оценки проектного решения и выбора оптимальной системы кондиционирования со стороны заказчика. Две недели встреч с поставщиками оборудования, проектировщиками, расчёты характеристик различных вариантов на фоне Адриатического моря в июне пролетели незаметно. В результате заказчик получил качественную систему кондиционирования и сэкономил около 500 тысяч евро.

Автор: С.В. БРУХ, директор ГК «Центр Технического Маркетинга», технический редактор журнала С.О.К.

Сколько вариантов систем кондиционирования воздуха можно реализовать на конкретном объекте? Различных, с точки зрения технологического решения выработки и транспортировки холода, конструктивных решений, экономических факторов выбора (более надёжных и дорогих решений или «бюджетных» вариантов)? Ответ — бесконечное множество. Естественно, все эти варианты будут отличаться друг от друга по многим параметрам: удобству, уровню шума, энергоэффективности, надёжности, сроку поставки запчастей, цене и т.д. Как заказчику из этого огромного количества вариантов выбрать оптимальный для себя — непонятно. Можно запросить коммерческие предложения от различных климатических компаний, но и в этом случае много «подводных камней»: как оценить реальность приведённых расчётов и правдивость информации? Как сравнить полученные данные? По какому критерию выбирать — самый дешёвый или «золотую середину»? И кто подскажет, что «золотая середина» находится именно здесь?

В нашей стране сложилась практика — роль проектировщика, поставщика и монтажника часто выполняет одна компания. Считается, что только так можно решить все проблемы коммуникации. Как следствие, при возникновении ошибки проектировщик, поставщик и монтажник совместно скрывают её от заказчика

В Европе эту роль выполняет консультант-проектировщик — это юридическое лицо, всегда отдельное от поставщика и от монтажной компании, не заинтересованное в продвижении «своего» оборудования и поэтому объективное.

В нашей стране сложилась обратная практика — роль проектировщика, поставщика и монтажника часто выполняет одна компания. Почему-то считается, что только в этом случае можно решить все проблемы коммуникации — от проекта до поставки оборудования и монтажа. Как следствие, при возникновении любой ошибки и проблемы проектировщик, поставщик и монтажник совместно скрывают её от заказчика — хотя бы потому, что это одно юридическое лицо.

Примеров очень много, потому что сегодня нормально работающая система вентиляции и кондиционирования — это, скорее, редкость. Либо изначально принята недостаточная мощность по холоду, и в жару система не справляется с теплоизбытками, либо в процессе монтажа были допущены нарушения, и при сдаче все заинтересованные лица их дружно «не заметили». Или же оборудование было поставлено с заниженными фактическими характеристиками и по факту не выдавало требуемых параметров. Главная мысль — в существующей системе реализации систем вентиляции и кондиционирования крупных объектов нет людей, заинтересованных в выявлении и устранении проблем с проектом, проблем с оборудованием и проблем с монтажом.

Поэтому сегодня логично и экономически целесообразно для заказчика нанимать независимую компанию для следующих функций:

1. Выбор оптимального проектного решения для объекта кондиционирования.
2. Оценка существующего проекта на предмет правильности выполнения.
3. Контроль соответствия фактического оборудования проектным решениям.
4. Анализ спорных ситуаций.

Рассмотрим каждый пункт подробнее.

1. Выбор оптимального проектного решения

Как уже было отмечено, на любом объекте можно применить большое количество различных технологических решений систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Одни будут дешевле, другие энергоэффективнее, третьи комфортнее для пользователей и т.д. Для выбора оптимального проектного решения необходимо чётко структурировать критерии оптимальности, на основании которых мы будем выбирать лучшую (оптимальную) систему для нашего объекта.

Эти критерии следующие.

а) Функционально-технологические критерии

На этом этапе необходимо определить, что же именно требуется от нашей системы кондиционирования воздуха?

Какие температурные параметры необходимо поддерживать в обслуживаемых помещениях, расчётные параметры наружного воздуха, воздушный режим помещений, режим их использования, резервирование, параметры энергоносителей, требования к системам управления и т.д.

То есть, по сути, этот этап является техническим заданием на проектирование, который необходимо получить от заказчика. Причём нередко встречается ситуация, когда требования СНиП расходятся с пожеланиями (или ожиданиями) заказчиков к результату.

Например, по СНиП комфортная температура летнего периода для торговых центров составляет +25 °С. Но зачастую при фактической реализации выясняется, что заказчик ожидал поддержания +20 °С, так как на пультах управления присутствует такая температура.

Грамотное составление технического задания на проектирование «расставляет все точки над i» и избавляет от недоразумений в будущем.

б) Конструктивно-компоновочные критерии

После того, как мы определили, что должна делать наша система кондиционирования воздуха, мы должны подумать, как это всё можно реализовать.

На этом этапе сравниваем характеристики конкретных моделей внутренних и наружных блоков, определяем типы применяемых внутренних блоков, место расположения наружных, где будут проходить трассы трубопроводов, какая будет обвязка наружных блоков (комбинированная или индивидуальная), точки подключения и трассировка энергоносителей, расположение индивидуальных и центральных пультов управления.

в) Эксплуатационно-энергетические критерии

На этом этапе определяем конкретные модели и производительности внутренних и наружных блоков, диаметры трубопроводов. Фактический уровень шума (звукового давления). Пиковые и сезонные расходы энергии при работе наших систем.

г) Экономические критерии

Учитывая вышеперечисленные требования и затраты (как капитальные, так и на эксплуатацию) выбирается наиболее оптимальный вариант. Например, выбрать более энергоэффективный вариант систем с инверторными компрессорами или менее дорогой, но более затратный в эксплуатации вариант с on/off-компрессорами. Японского производителя или более дешёвого китайского.

На правах рекламы.

Оптимальный выбор для любой задачи

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

- Интеллектуальные приборы с Bluetooth и WiFi
- Разрешение до 640x480 пк с технологией SuperResolution
- Объективное сравнение термограмм и автоматическое определение коэффициента излучения с функциями testo ScaleAssist и ε-Assist

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

2. Оценка существующего проекта на предмет правильности выполнения

Очень часто случается, что система вентиляции и кондиционирования на объекте есть, но она почему-то не работает. Виноваты здесь, к сожалению, проектировщики. *«Мы вентиляцию не включаем, потому что она слишком сильно шумит…». «Кондиционер дует, но толку от него мало…». «Вентиляция выключена, потому что она слишком много потребляет энергии…».* Именно такие фразы приходится слышать на проблемных объектах. Когда спрашиваешь проектировщика, зачем он ставит высоконапорные модели фанкойлов, когда длина воздуховодов всего пять метров, получаешь ответ: *«пусть будет с запасом»*… В итоге этот «запас» приводит к увеличению уровня шума в разы и невозможности использовать систему.

Также проектировщики часто вообще не просчитывают применяемое оборудование, а просто пересылают данные для расчёта поставщикам. А уже данные от поставщиков без всякой проверки ставят в проект. Это тоже негативно сказывается на результате, поскольку поставщик заинтересован только в одном — в продаже своего оборудования. Он понимает, что если вариант будет качественный, но не пройдёт по цене, продажа не состоится. Поэтому предлагается порой самый недорогой вариант, когда все характеристики находятся «на грани», и с самой дешёвой комплектацией. Или, к сожалению, встречаются и откровенно лживые цифры в технических данных. Ни проектировщик, ни поставщик сегодня не заинтересованы в предоставлении честных данных оборудования, закладываемого в проект.

3. Контроль соответствия фактического оборудования проектным решениям

Нюансов в оборудовании для систем кондиционирования очень много. К счастью, сегодня на рынке можно приобрести несколько десятков кондиционеров, насосов, вентиляторов со сходными характеристиками, но различными по цене. И если одни варианты действительно полностью аналогичны, другие внешне похожи, но принципиально не подходят.

В качестве совершенно вопиющего примера приведу реальный случай, когда наклейка от оборудования Mitsubishi Heavy находилась на кондиционере неизвестного китайского бренда. Обнаружился этот подлог только при ремонте системы, когда монтажника и поставщика уже и след простыл.

4. Анализ спорных ситуаций

При возникновении любых проблем на объекте очень сложно определить, кто виноват: проектировщик, монтажник, поставщик оборудования или эксплуатирующая организация. Конечно, каждый приведёт тысячу и ещё один аргумент, почему его ответственности в поломке конкретного чиллера или VRF-системы нет. Поэтому дать правдивую оценку ситуации может только независимая компания, которая не является представителем конкурентов или поставщиков.

Поставщик заинтересован только в продаже своего оборудования. Он понимает, что если вариант будет качественный, но не пройдёт по цене, продажа не состоится. Поэтому предлагается порой самый недорогой вариант, с характеристиками «на грани», и с самой дешёвой комплектацией. Или, к сожалению, встречаются и откровенно лживые цифры в технических данных

В заключение нужно отметить следующее. Стоимость проектных решений для больших объектов в сто раз больше, чем стоимость консультационных услуг по выбору оптимального варианта. А экономия, как правило, составляет минимум 20% от первоначального варианта. Поэтому совершенно логично и выгодно пользоваться услугами независимых компаний и известных специалистов для выбора оптимального проектного решения систем вентиляции и кондиционирования любых объектов.

14-16 ИЮНЯ 2019

V ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ РОССИЯ

www.rusenergoforum.ru

МОСКВА – КАЛЯЗИН – МОСКВА

Уважаемые друзья, коллеги!
ПРИГЛАШАЕМ ВАС
К УЧАСТИЮ В V ВСЕРОССИЙСКОМ ФОРУМЕ
«ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ РОССИЯ»!
www.rusenergoforum.ru

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

При участии:
НОПРИЗ, Общественный Совет по развитию саморегулирования

Генеральный информационный партнёр:
Журнал С.О.К. (Сантехника. Отопление.
Кондиционирование. Энергосбережение)

Стратегический партнёр:
Отраслевой журнал «Строительство»

Официальная поддержка:
Государственная Дума Федерального Собрания Российской Федерации
Министерство энергетики Российской Федерации
Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации
Министерство экономического развития Российской Федерации

Энергоэффективное охлаждение в производственных помещениях

В предлагаемой статье пойдёт речь о системе испарительного охлаждения — эффективном решении для промышленных, коммерческих и спортивных помещений с высокой кратностью воздухообмена.

Существует устоявшийся стереотип: Россия — северная страна. Вместе с тем у нас есть обширные южные регионы, регионы с резко континентальным климатом, где при морозной зиме присутствует и жаркое лето с температурами воздуха в течении дня более +28 °С.

Вредные условия работы, создаваемые высокими температурами в производственных помещениях, вызывают тепловой стресс. Последний возникает при температурах свыше +27 °С и приводит к следующим последствиям:

- плохое психологическое состояние, вызванное тепловым дискомфортом;
- опоздания и прогулы;
- снижение заботы о соблюдении техники безопасности;
- возможные проблемы со здоровьем.

Различные наблюдения показали, что чрезмерное тепло может негативно повлиять на показатели труда работника, как с точки зрения производительности, так и с точки зрения аккуратности, что доказывает исследование «Реакция человека на условия окружающей среды в воздушно-космическом пространстве», выполненное американским Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA Report CR-1205-1).

Данное исследование NASA (табл. 1, рис. 1), в частности, показывает, что превышение температуры внутри здания отметки +29 °С приводит к падению производительности труда сотрудников на 18 %, а число их ошибок в результате уменьшения аккуратности возрастает на 40 %.

Данные из отчёта NASA Report CR-1205-1 табл. 1

Эффективная температура, °С	**23**	**26**	**29**	**32**	**35**	**37**	**40**
Снижение производительности, %	3	8	18	29	45	62	79
Снижение аккуратности, %	–	5	40	300	700	–	–

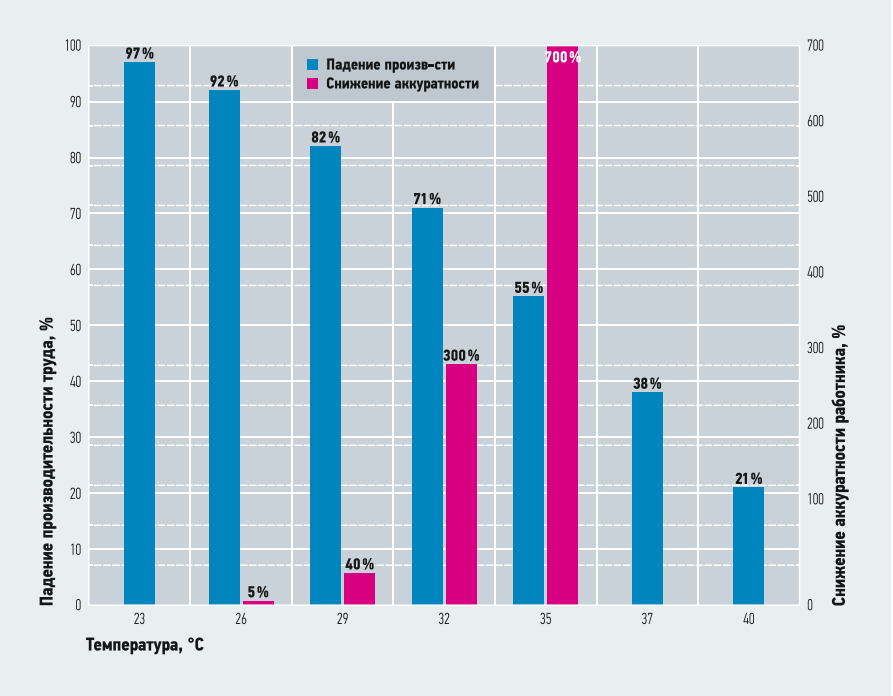


Рис. 1. Падение производительности труда при росте температуры

Автор: Д.П. ЛОСЕВ, генеральный директор компании ООО «Лосев»

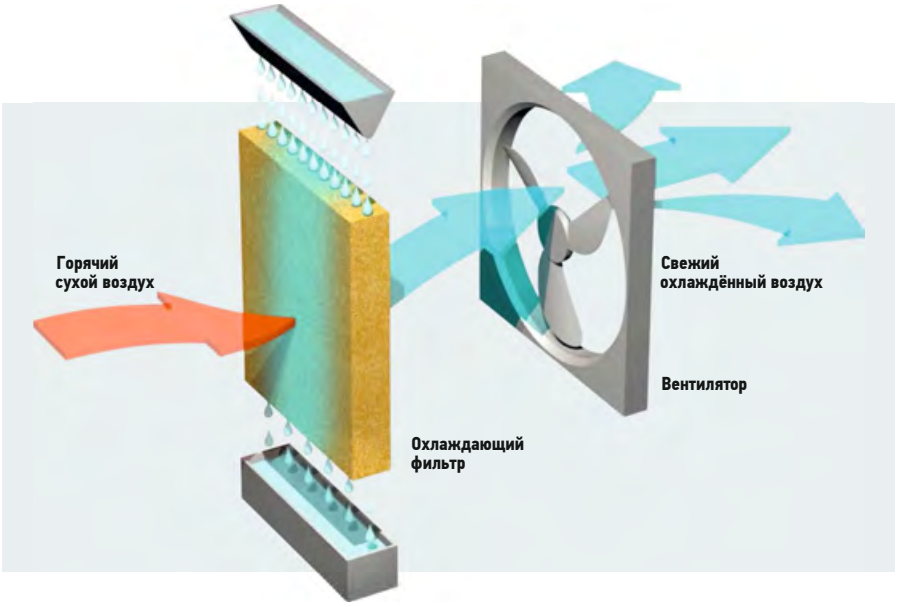


Рис. 2. Принцип работы испарительного охладителя с высокой кратностью воздухообмена

Для улучшения микроклимата в производственных помещениях, как правило, необходимо обеспечить высокую кратность воздухообмена в совокупности с подачей в помещения свежего и чистого (очищенного) воздуха, по возможности — охлаждённого. Для больших промышленных предприятий с большой кратностью воздухообмена применение классических систем охлаждения с холодильными машинами (чиллеры, компрессорно-конденсатные блоки) обуславливает экстремальные энергозатраты.

Для таких объектов превосходное решение — испарительные охладители, которые на основе природного принципа охлаждают воздух с минимальными капитальными и эксплуатационными затратами. Уличный воздух подаётся в помещение (при помощи вентилятора) через специальные влажные фильтры. Часть воды испаряется, одновременно охлаждая воздух, подаваемый в помещение. Испарительное охлаждение представляет собой адиабатический процесс, протекающий при постоянной энтальпии (рис. 2).

В любом случае, с точки зрения продления срока службы вентиляционных агрегатов, профилактики и обслуживания полезно иметь отдельно агрегаты для «зимней» и «летней» вентиляции.

С помощью испарительных охладителей нельзя обеспечить любую разницу температур между улицей и охлаждаемым помещением, но, на наш взгляд, это и не нужно. Как говорится, наши недостатки — это продолжение наших достоинств. Фундаментальным преимуществом рассматриваемой системы является то, что эффективность охлаждения растёт с ростом температуры окружающей среды. Создаётся максимальная разница температур в 4–5 °С, которая и является оптимальной для человека. Обеспечение бóльшей разницы температур, в свою очередь, вызывает температурный шок в организме человека при перемещении из охлаждаемого помещения с улицей, который, соответственно, ведёт к многочисленных простудным заболеваниям.

Испарительные охладители обеспечивают помещения свежим, охлаждённым, увлажнённым и очищенным воздухом. При этом через открытые окна, двери или вытяжные вентиляторы удаляются избытки тепла, дыма и неприятных запахов. Идеальное место установки, если позволяет пространство, находится на крыше или же сбоку здания с расположением воздухораспределителя вдали от окон. Открытые окна, расположенные вдали от воздухораспределителя, позволяют охлаждённому воздуху проходить через всё помещение. Правильно рассчитав площадь окон и дверей, которые должны быть открыты, можно достичь максимальной эффективности системы.

Для улучшения микроклимата в производственных помещениях необходима высокая кратность воздухообмена в совокупности с подачей в помещения свежего и чистого воздуха

Чтобы эта эффективность не снижалась, система должна иметь возможность отведения всего поступающего свежего воздуха. Если имеющихся в здании отверстий недостаточно, необходимо установить систему принудительной вытяжки воздуха. Несоблюдение этих условий приведёт к снижению воздухообмена по сравнению с расчётными показателями, к уменьшению охлаждающего действия и к увеличению относительной влажности воздуха внутри помещения.

Электронная система управления современными охладителями контролирует все процессы, что гарантирует оптимальное функционирование оборудования в разных условиях в течении суток. При значительной внешней влажности (от 70 %, утром, вечером и ночью) охладители работают только на вентиляцию помещения, высокая кратность воздухообмена (подвижность воздуха) обеспечивает эффект охлаждения сама по себе.

Только в тропических регионах в течении рабочего дня (с 11 до 16 часов — в период наибольшей температуры воздуха за сутки) фиксируется влажность выше 60 %. Этот интервал является основным временем в течении суток, когда необходимо охлаждать воздух в производственном помещении (табл. 2).

Основные мировые производители данных изделий (как и главные рынки сбыта) расположены в Китае и Австралии. Но такие системы выпускаются и в Европе (Италия, Испания). Близость европейских производителей обеспечивает более короткие сроки поставки.

Итак, считаю, что основные стереотипы насчёт данной системы охлаждения (кондиционирования) опровергнуты. Более подробно с нюансами предлагаемой технологии заинтересованные лица могут ознакомиться самостоятельно, информация о ней широко доступна.

Характеристики приточного воздуха в зависимости от уличного табл. 2

Уличная влажность, %	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**
Температура приточного возраста (при уличной температуре +30 °С), °С	19	21,0	23,0	24,5	26,0
Температура приточного возраста (при уличной температуре +35 °С), °С	22,5	25,0	27,5	29,5	31,0
Температура приточного возраста (при уличной температуре +40 °С), °С	26,0	29,0	31,5	33,5	36,5

Анализ эффективности работы приточных клапанов системы вентиляции в условиях эксплуатации на многоквартирном жилом доме

Рецензия эксперта на статью получена 06.02.2019 [Expert review on the article received February 06, 2019].

На этапах проектирования и принятия технических решений по системам вентиляции в современных жилых зданиях необходимо применять новые подходы в организации воздушного режима с целью обеспечения параметров микроклимата по ряду причин.

Во-первых, современные здания, благодаря применению окон с высоким сопротивлением воздухопроницанию, не обеспечивают должный воздухообмен за счёт неорганизованного притока наружного воздуха через неплотности, как это было раньше. Во-вторых, в современных условиях, с целью минимизации расходов, строительные компании стремятся к сокращению периода между началом строительства и моментом передачи жилья собственнику, из-за чего в эксплуатацию поступают объекты с переувлажнёнными ограждающими конструкциями, что приводит к повышенной нагрузке на системы вентиляции и отопления. В-третьих, процесс заселения многоквартирных домов происходит постепенно на протяжении первых двух лет, и тепловой и воздушный режимы помещений существенно отличаются от расчётных. В-четвертых, в процессе эксплуатации жилья собственники квартир стараются экономить на расходе тепла, уменьшая или полностью отключая отопительные приборы во время своего отсутствия. Всё это приводит к нарушениям в работе традиционных систем вентиляции с естественным побуждением.

Особенностью организации воздушного режима здания с естественной вентиляцией является зависимость работы вентиляционных каналов от перепада давления между наружным и внутренним воздухом, что, в свою очередь, определяется временем года и наличием ветра. Как известно, в расчётном режиме (при температуре наружного воздуха +5 °С в безветренную погоду) при наличии открытых приточных устройств (форточек, фрамуг или поворотно-откидных створок окон, клапанов инфильтрации воздуха) система вентиляции должна обеспечить требуемый воздухообмен сообразно рассматриваемому помещению. При отклонении температуры наружного воздуха от расчётной воздухообмен будет увеличиваться (с понижением температуры наружного воздуха) либо уменьшаться вплоть до полного прекращения работы вентиляционного канала.

Современные здания, благодаря применению окон с высоким сопротивлением воздухопроницанию, не обеспечивают должный воздухообмен за счёт неорганизованного притока наружного воздуха через неплотности, как это было раньше

Требования по минимальному расходу свежего воздуха на одного человека нормируются СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01–2003». Данный нормативный документ устанавливает конкретные нормы наружного воздуха для людей, находящихся в помещении более двух часов непрерывно. Для жилого помещения при общей площади квартиры на одного человека более 20 м^2 расход воздуха 30 м^3/ч (но не менее 0,35 воздухообмена в час, определяемого по общему объёму квартиры). Для жилого помещения при общей площади квартиры на одного человека менее 20 м^2 3 м^3/ч на 1 м^2 жилой площади (табл. 9.1 [2]).

Следует отметить, что нормы подачи наружного воздуха на одного человека

УДК 628.83. Научная специальность: 05.23.03.

Анализ эффективности работы приточных клапанов системы вентиляции в условиях эксплуатации на многоквартирном жилом доме

Евгений А. Герман, к.т.н., доцент, кафедра «Двигатели внутреннего сгорания» (ДВС); **Алексей Г. Кузьмин**, к.т.н., доцент, кафедра ДВС; **Александр В. Шашев**, к.т.н., доцент, кафедра «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова (АлтГТУ)

Представлены материалы экспериментального исследования эффективности работы приточных клапанов КИВ-125 на многоквартирном 16-этажном жилом доме. Произведён расчёт воздухообмена, обеспечиваемого совместной работой естественной вентиляции и приточных клапанов жилых помещений многоэтажного дома в различные периоды года и в зависимости от этажа. Приведены практические рекомендации по оптимизации работы приточных клапанов в жилых помещениях многоквартирных домов.

Ключевые слова: *вентиляция, приточный клапан, воздушный режим зданий.*

UDC 628.83. Number of scientific specialty: 05.23.03.

Assessment of efficiency of work of supply valves in the conditions of operation in a multi-apartment housing house

Evgeny A. German, PhD, Associate Professor, Department of Internal Combustion Engines (ICE); **Aleksey G. Kuzmin**, PhD, Associate Professor, Department of ICE; **Alexander V. Shashev**, PhD, Associate Professor, Department of Engineering Networks, Heat Engineering and Hydraulics, Polzunov Altai State Technical University (Barnaul city)

The materials of an experimental study of the efficiency of the KIV-125 inlet valves at an apartment building with 16 floors are presented. The calculation of air exchange provided by the joint operation of natural ventilation and inlet valves of residential premises of a multi-storey building during different periods of the year and depending on the floor was made. Practical recommendations for optimizing the operation of the inlet valves in the residential premises of apartment buildings are given.

Key words: *ventilation, intake valve, building air mode.*

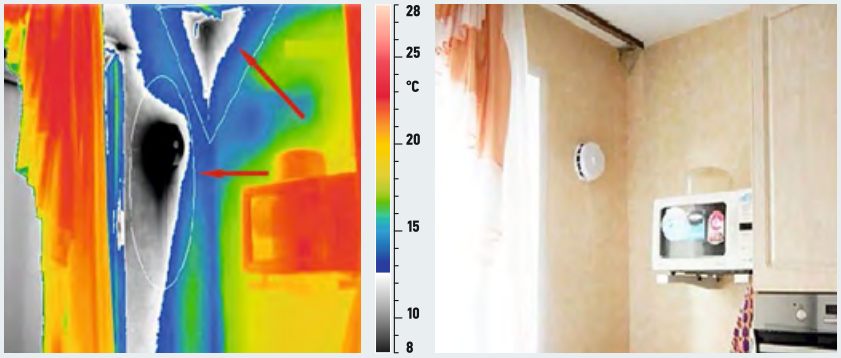


Рис. 1. Приточный клапан в наружной стене

едины на всей территории страны и не учитывают различную фоновую концентрацию углекислого газа, в зависимости от экологичности района строительства. Согласно проведённым расчётам, норма в 30 м³/ч на человека [1] позволяет обеспечить качественную воздушную среду только в районах с относительно «чистой» экологией. В загрязнённых районах и крупных городах рекомендуется выполнять уточняющие расчёты.

В качестве основных нарушений в работе естественной вентиляции можно выделить следующие основные моменты. Первое — вентиляция не обеспечивает нормативного воздухообмена в каждой из комнат квартиры. Второе — вытяжные вентиляционные каналы работают как приточные (явление «опрокидывания» вентиляции), что приводит к понижению температуры поверхности вентиляционного блока, являющегося частью внутренней стены. Третье — вентиляция избыточна в зимнее время (для нижних этажей многоэтажного здания) воздухообмен может в несколько раз превышать нормативное значение из-за существенного перепада давления, что ведёт к повышенным теплопотерям помещения и снижению уровня теплового комфорта.

Кроме того, наблюдается нарушение герметичности транзитных вентиляционных каналов, ввиду низкого качества строительства, и поступление в помещения удаляемого вентиляционного воздуха из вентиляционной шахты, что нарушает санитарную обстановку и комфорт в помещениях. При наличии приточных клапанов в наружных стенах, когда их размещают не над приборами отопления, наблюдается низкая температура поверхности как самого устройства, так и внутренней поверхности наружной стены, что также приводит к нарушению комфорта, переувлажнению поверхности, порче декоративного покрытия стены и образованию плесени (рис. 1).

аэродинамические испытания вентиляционных каналов и приточных устройств, проверяется работа принудительных приточно-вытяжных систем вентиляции.

В настоящее время для обеспечения регулируемого притока воздуха в жилые помещения многоквартирных домов используют приточные клапаны КИВ-125, внешний вид которого представлен на рис. 2. На практике количество устанавливаемых клапанов в отдельно взятой квартире существенно варьируется — это один клапан на всю квартиру либо один клапан на каждое помещение квартиры,

Рис. 2. Внешний вид приточного клапана КИВ-125

Для выявления причин нарушения работы вентиляции лабораторией энергоаудита АлтГТУ проводятся инструментальные обследования, во время которых фиксируется действующий перепад давления и скорость воздушного потока, делаются замеры приёмных вентиляционных устройств для определения площади сечения и расчёта действительных расходов. Полученные данные позволяют рассчитать кратность воздухообмена в помещениях. Проводятся индивидуальные

имеющее оконный проём. В конструктивном исполнении приточные клапана различаются диаметром отверстия в наружной стене под канал (на 125 и 70 мм), наличием различных фильтрующих элементов, воздухозаборных устройств (решёток, сеток и т.д.). Все эти конструктивные отличия приводят к разнице аэродинамических характеристик приточных клапанов и, в конечном итоге, к разному воздухообмену, обеспечиваемому соответствующим устройством.

Для определения расходно-напорной характеристики приточного клапана КИВ-125 была проведена серия экспериментов на строящихся многоквартирных домах. Суть эксперимента заключалась в следующем. В дверной проём входной двери квартиры монтировалась установка с вентилятором. Данный вентилятор позволяет создавать перепад давления между наружным и внутренним воздухом, а также производить измерение расхода удаляемого воздуха. Перед началом эксперимента производится герметизация канализации, вытяжных вентиляционных каналов и прочих инженерно-технических коммуникаций.

Клапан КИВ также герметизируется. После этого запускается вентилятор и создаётся разрежение в квартире, одновременно с этим осуществляется измерение расхода удаляемого воздуха, приток которого обеспечивает воздухопроницаемость ограждающих конструкций: панельные стыки, окна, стены, межэтажные перекрытия, гильзы и прочее. Измерение производится по нескольким точкам перепада давления, чтобы получить характеристику воздухопроницаемости ограждающих конструкций помещения.

Далее осуществляется разгерметизация приточного клапана, регулировочные заслонки приводятся в закрытое положение и эксперимент повторяется. Теперь уже приток воздуха в помещение обеспечивается как воздухопроницаемостью ограждающих конструкций, так и отверстиями в заслонках клапана (заглушки на заслонках сняты). Следующий эксперимент происходит при открытых заслонках клапана.

Путём арифметической разности характеристик получаем расходно-напорную характеристику приточного клапана с открытой и закрытой заслонкой (рис. 3). Следует учитывать то, что данная характеристика относится ко всей аэродинамической системе: выходной насадок, клапан, канал, фильтр приточного воздуха, приёмная решётка (вся эта система выполняет ещё и роль глушителя уличного шума). Данная характеристика может существенно отличаться для различных клапанов, несмотря на идентичность устройства регулирующих заслонок, за счёт различной конструкции остальных элементов, главным образом фильтра приточного воздуха, а также степени его загрязнённости в процессе эксплуатации.

Применение результатов эксперимента позволило определить расход приточного воздуха через клапан в условиях эксплуатации города Барнаула для холодного периода года (при температуре наружного воздуха –36 °С) и расчётного (+5 °С), рис. 4–5. В качестве исследуемого объекта рассмотрен 16-этажный жилой дом с общественно-административными помещениями на первом этаже. Сначала было рассчитано располагаемое давление для помещений со второго по 16-й этаж (для административных помещений первого этажа применена индивидуальная система вентиляции с механическим побуждением), затем, исходя из полученных экспериментальных данных, был определён расход воздуха через приточный клапан и сделано соотношение полученных данных с требуемым воздухообменом для жилых помещений здания.

Результаты расчётов показали следующее: при температуре наружного воздуха –36 °С и температуре внутреннего воздуха +21 °С требуемый воздухообмен обеспечивается в квартирах со второго по 12-й этаж, в квартирах с 13-го по 16-й этажи необходимо дополнительно приоткрывать створки окон. При повышении температуры наружного воздуха располагаемый перепад давления уменьшается, и в расчётный для вентиляции период

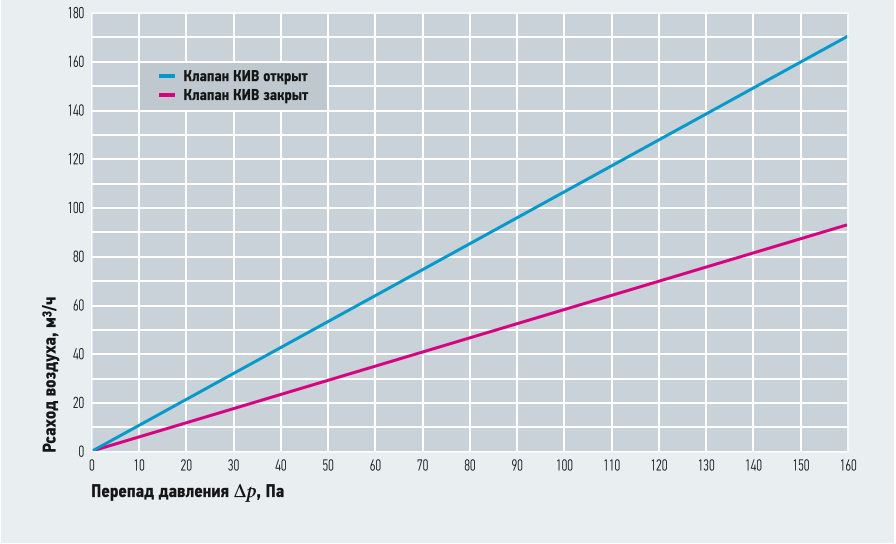


Рис. 3. Расходно-напорная характеристика приточного клапана

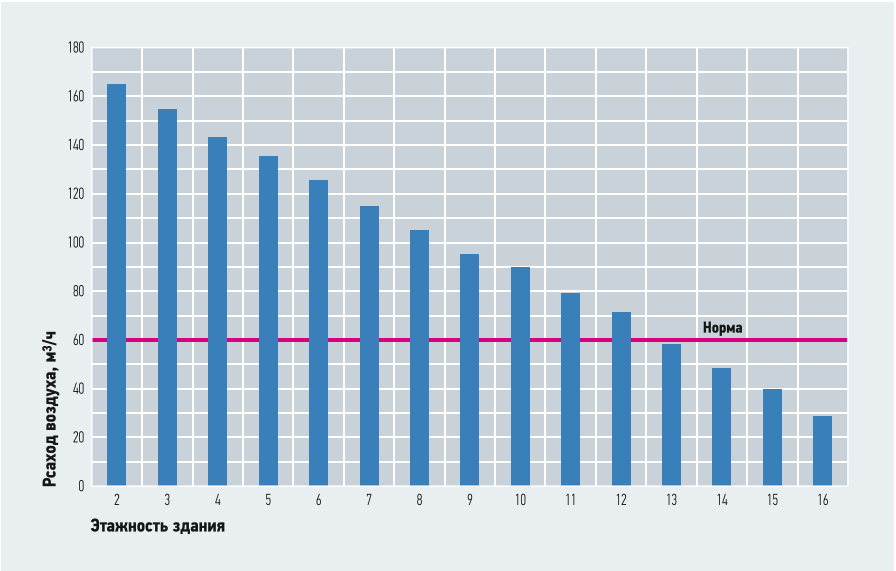


Рис. 4. Соотношение фактического и нормативного воздухообменов по этажам здания при температуре наружного воздуха –36 °С

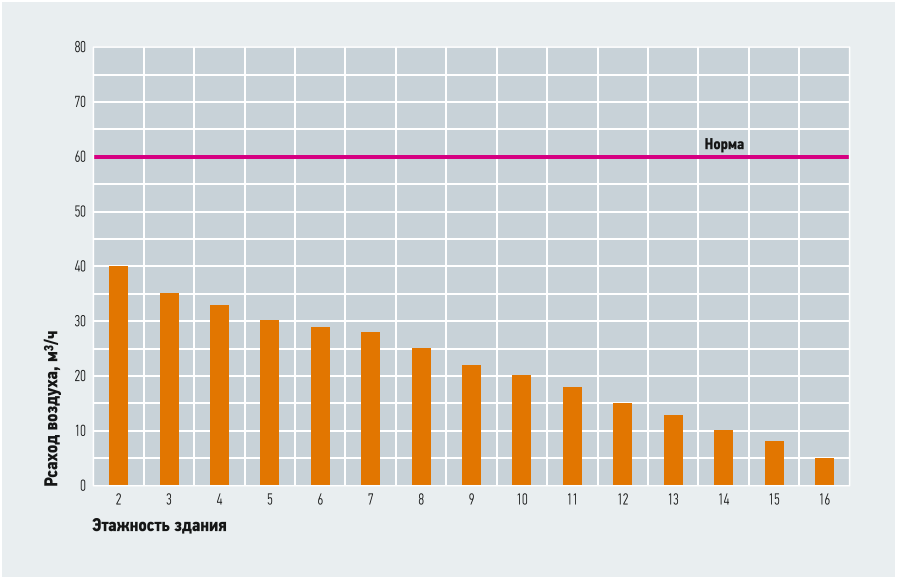


Рис. 5. Соотношение фактического и нормативного воздухообменов по этажам здания при температуре наружного воздуха +5 °С

года при температуре наружного воздуха +5 °С нормативный воздухообмен через приточный клапан уже не обеспечивается — дефицит, в зависимости от этажа, составляет 30–92 %.

Авторы другого исследования [3] — Е.Х. Китайцева (доцент МГСУ) и Е.Г. Малявина (доцент МГСУ) — дали ответ на вопрос об эффективности системы естественной вентиляции при различных погодных условиях с проветриванием помещения через окна. В квартирах с двухсторонней ориентацией естественная вентиляция может работать хорошо бóльшую часть года, если она правильно рассчитана и смонтирована. В жаркую погоду только воздействие ветра может обеспечить требуемый воздухообмен. Важным выводом их исследования является следующее: использование в современном строительстве окон с высоким сопротивлением воздухопроницанию делает необходимым применение различных устройств, обеспечивающих приток наружного воздуха в квартиры.

Ещё одним немаловажной особенностью применения приточных клапанов является место их установки.

Как показали многочисленные исследования, в районах с низкими температурами наружного воздуха приточные клапаны необходимо устанавливать непосредственно над отопительным прибором, обеспечивая интенсивный подвод тепла в область инфильтрации холодного наружного воздуха, исключая таким образом выпадение конденсата и обмерзание клапана. Установка приточного клапана на существенном удалении от прибора отопления является недопустимой, так как приводит к появлению поверхностей с температурами, значительно ниже допустимых значений, вплоть до обледенения внутри помещения.

Следует отметить и дефекты, связанные с нарушением технологии строительства. Вот наиболее распространённые из них: нарушение герметичности по стыкам сборных железобетонных каналов; нарушение герметичности в местах прохода межэтажных перекрытий сборными вентиляционными блоками; высокая воздухопроницаемость стен вентиляционных каналов в кирпичных конструкциях, особенно когда приточные и вытяжные каналы отделены друг от друга стенкой в 125 мм без расшивки швов.

Все эти нарушения приводят к существенному снижению производительности систем вентиляции.

В квартирах с двухсторонней ориентацией естественная вентиляция может работать хорошо бóльшую часть года, если она правильно рассчитана и смонтирована. В жаркую погоду только ветер может обеспечить требуемый воздухообмен. Использование в современном строительстве окон с высоким сопротивлением воздухопроницанию делает необходимым применение различных устройств, обеспечивающих приток наружного воздуха в квартиры

Выводы

1. Приточные клапаны в системах естественной вентиляции многоквартирных домов в большинстве случаев не обеспечивают требуемый воздухообмен ввиду низкой пропускной способности. Для качественного проветривания помещений необходимо использовать открывающиеся поворотно-откидные створки окон.

2. Применение приточных клапанов в многоквартирных домах с высоким сопротивлением воздухопроницаемости ограждающих конструкций является необходимым для сохранения работоспособности вентиляционной системы при закрытых окнах и предотвращения «опрокидывания» вентиляционных каналов.

3. Располагать приточные клапаны необходимо только над приборами отопления, исключая тем самым выпадение конденсата, обмерзание приточного устройства, намокание поверхности стены и образование плесени.

1. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуал. ред. СНиП 41-01–2003.
2. СП 54.13330.2011. Здания жилые многоквартирные. Актуал. ред. СНиП 31-01–2003.
3. Китайцева Е.Х., Малявина Е.Г. Естественная вентиляция жилых зданий // АВОК, 1999. №3. С. 35–43.

References — see page 94.

О чрезвычайном загрязнении воздуха тепловыми двигателями городского транспорта

В крупных городах мира и России в течение последних 20–30 лет в периоды аномально неблагоприятных метеорологических условий (атмосферные инверсии в штилевую погоду [1]) стали наблюдаться локальные чрезвычайные ситуации (ЧС), связанные с опасным загрязнением воздушной среды токсичными и канцерогенными веществами отработавших газов (ОГ) тепловых двигателей транспорта [2, 3]. Для контроля таких чрезвычайных ситуаций Национальный центр управления в кризисных ситуациях МЧС России осуществляет в оперативном режиме мониторинг и прогнозирование загрязнения воздушной среды в городах [4].

В данной статье на примере Санкт-Петербурга приводятся результаты расчётного исследования вероятного локального загрязнения воздуха на уровне дыхания человека оксидами азота (NO_2) и PM_{10} (частицы дизельной сажи, на которых адсорбируются канцерогенные вещества), являющимися наиболее опасными поллютантами согласно оценке Всемирной организации здравоохранения [5].

Объекты исследования

Объектами исследования являлись тепловые двигатели автомобильного, водного (речной, морской), железнодорожного (в основном маневровые дизельные тепловозы) и воздушного (с турбореактивными двигателями) транспорта, одновременно эксплуатируемого на территории Санкт-Петербурга (включая его водные и воздушные акватории). Особенностями Санкт-Петербурга, водной столицы России, является его расположение на берегу Финского залива. Город имеет развитую улично-дорожную и железнодорожную инфраструктуру, на которой эксплуатируется ежедневно более 2,5 млн транспортных средств. В черте города находятся 45 рек, рукавов, протоков и 40 искусственных каналов общей протяжённостью около 300 км.

Навигация судов начинается в начале апреля, а заканчивается в конце ноября.

В данной статье на примере Санкт-Петербурга приводятся результаты расчётного исследования вероятного локального загрязнения воздуха на уровне дыхания человека оксидами азота NO_2 и PM_{10}, являющимися наиболее опасными поллютантами согласно оценке Всемирной организации здравоохранения

Рецензия эксперта на статью получена 08.02.2019 [Expert review on the article received February 08, 2019].

УДК 621.43.06:656(1-21):504.3.054. Научные специальности: 05.04.02, 05.26.02, 05.26.03.

О чрезвычайном загрязнении воздуха тепловыми двигателями городского транспорта

Владимир Н. Ложкин, д.т.н., профессор; **Ольга В. Ложкина**, к.х.н., доцент; **Богдан В. Гавкалюк**, к.т.н.; **Максим А. Косовец**, адъюнкт, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Приведены результаты расчётного исследования загрязнения атмосферы Санкт-Петербурга поллютантами тепловых двигателей городского транспорта в чрезвычайных условиях эксплуатации. Задача переноса и накопления в атмосфере опасных веществ при совместной эксплуатации тепловых двигателей автомобильного, водного, железнодорожного и воздушного транспорта решается в масштабах города нейросетевым методом по уравнению Гаусса с обучением математической модели гетерогенными данными инструментального мониторинга. Установлено, что при неблагоприятном сочетании метеорологических и транспортных условий ожидаемые значения концентраций NO_2 и канцерогенных PM_{10} на локализованных территориях могут в 5–10 раз превышать предельно допустимые значения.

Ключевые слова: *тепловые двигатели, транспорт, поллютанты, город, чрезвычайная ситуация*

UDC 621.43.06:656(1-21):504.3.054. Numbers of scientific specialtyes: 05.04.02, 05.26.02, 05.26.03.

About emergency air pollution by heat motor transport engines

Vladimir N. Lozhkin, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Olga V. Lozhkina**, PhD, Associate Professor; **Bogdan V. Gavkalyk**, PhD; **Maxim A. Kosovets**, an adjunct student, Saint Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

The results of a numerical study of the pollution of the atmosphere of St. Petersburg by heat engines under extreme operating conditions are presented. The task of diffusion and accumulation of hazardous substances in the atmosphere during the joint operation of road, water, rail and air transport is solved by the neural network method using the Gauss equation. The mathematical model is trained according to instrumental monitoring. It was established that under unfavorable combination of meteorological and transport conditions, the expected values of NO_2 and carcinogenic PM_{10} concentrations in localized areas can be 5–10 times higher than the maximum allowable values.

Key words: *heat engines, transport, pollutants, city, emergency.*

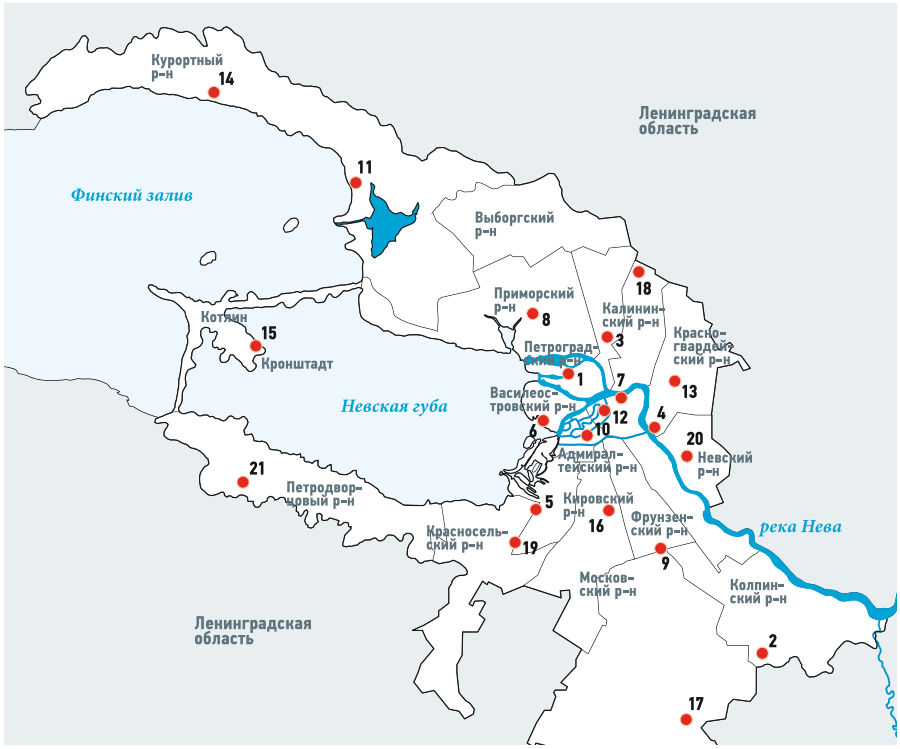


Рис. 1. Схема расположения автоматизированных станций мониторинга (АСМ) качества атмосферного воздуха в городе Санкт-Петербурге [6]

Основное отличие пассажирских и грузовых судов от автотранспортных средств заключается в том, что размещённые на них дизельные двигатели предназначены не только для приведения судов в движение, но и для утилизации отходов, выработки тепловой и электрической энергии, удовлетворения общесудовых нужд экипажа и пассажиров. Негативной особенностью эксплуатируемого в Санкт-Петербурге российского речного и морского флота является их экстремально высокий возраст. Так, трёхпалубные пассажирские теплоходы 588-го проекта выпускались с 1951 по 1961 годы, четырёхпалубные теплоходы 301-го проекта — с 1974 по 1983 годы, теплоходы «Метеор» 342Э — с 1961 по 1991 годы, в связи с чем их дизельные двигатели характеризуются чрезвычайно высокими показателями токсичности (преимущественно нулевого экологического класса [1]).

Воздушные лайнеры аэропорта Пулково взлетают при работе двигателей на жёстких (с экологической точки зрения) форсированных нагруженных режимах преимущественно в направлении городской акватории Финского залива. По данным исследований [4], на долю тепловых двигателей автомобильного, водного, железнодорожного и воздушного транспорта, эксплуатируемого в Санкт-Петербурге, приходится не менее 95–98 % выбросов в атмосферу вредных (загрязняющих) веществ, регистрируемых городскими службами мониторинга.

Методика и исходные данные исследования

В данном исследовании были проанализированы гипотетические сценарии закономерно повторяющихся кратковременных (от нескольких часов, например, часы пик транспортной нагрузки, до нескольких суток) ситуаций, обусловленных явлениями эмиссии, переноса (диффузии) в стратифицированной атмосфере и чрезвычайно опасного локального (по времени и территории) оседания загрязняющих веществ NO_2 и PM_{10} отработавших газов двигателей транспортных средств при сочетании неблагоприятных транспортных и метеорологических условий, способствующих их накоплению в приземном слое атмосферы. Миграция загрязняющих веществ изучалась в масштабе городской территории, включая её водные акватории с частью примыкающего Финского залива. По международной шкале моделирования атмосферных процессов это соответствует «мезоуровню».

Исходными данными для организации численного эксперимента были сведения за весенне-летне-осенние периоды наблюдений (2015–2017 годы) о загрязнении воздушной среды поллютантами на уровне дыхания человека, взятые из базы данных измерений автоматизированной системы мониторинга (АСМ) Комитета по охране окружающей среды и природопользования правительства Санкт-Петербурга [6]. В расчётах использовались главным образом выборки измеряемых значений концентраций поллютантов, соответствующие малым осадкам, слабой и средней ветровой нагрузке (скорость ветра 0,5–3,0 м/с), а также часам пик транспортной нагрузки.

На время проведения исследований АСМ включала 21 стационарную автоматическую станцию мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, равномерно покрывающих территорию города (рис. 1): №1 (ул. Профессора Попова, д. 48), №2 (г. Колпино, ул. Красная, д. 1-А), №3 (ул. Карбышева, д. 7), №4 (Малоохтинский пр., д. 98), №5 (пр. Маршала Жукова, д. 30, корп. 3), №6 (В.О., Весельная ул., д. 6); №7 (ул. Шпалерная, д. 56), №8 (ул. Королёва, д. 36, корп. 8), №9 (Малая Балканская ул., д. 54), №10 (Московский пр., д. 19), №11 (г. Сестрорецк, ул. Максима Горького, д. 2), №12 (ул. Пестеля, д. 1), №13 (Шоссе Революции, д. 84), №14 (г. Зеленогорск, пляж «Золотой», д. 1), №15 (город Кронштадт, ул. Ильмянинова, д. 4), №16 (ул. Севастьянова, д. 11), №17 (г. Пушкин, Тиньков пер., д. 4), №18 (ул. Ольги Форш, д. 6), №19 (пр. Маршала Жукова, д. 55), №20 (ул. Тельмана, д. 24), №21 (г. Ломоносов, ул. Федюнинского, д. 3).

Станции АСМ расположены в 18 административных районах Санкт-Петербурга, функционируют непрерывно в автоматическом режиме и обеспечивают регулярное получение оперативной информации об уровне загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга основными загрязняющими веществами. Автоматические измерения концентраций загрязняющих веществ проводятся с периодичностью 20 минут (требование оценки соответствия качества воздуха населённых мест предельно допустимым значениям «максимально разовой» концентрации вредного (загрязняющего) вещества — $ПДК_{мр}$). Эксплуатацию станций осуществляет Санкт-Петербургское государственное геологическое унитарное предприятие «Специализированная фирма «Минерал».

Математическая модель проведения численного эксперимента

Выбросы загрязняющих веществ ветровой конвекцией или диффузией перемешиваются и уносятся из районов сосредоточения стационарных и передвижных источников с тепловыми двигателями (автомобили, суда, локомотивы, авиалайнеры, дизель-электрические станции и другие промышленные установки с двигателями внутреннего сгорания и т.п.) на сопредельные территории, удалённые от источников на значительные (в несколько десятков километров) расстояния в пределах городской черты.

Скорость и дальность переноса загрязняющих веществ в общем случае зависят от их температуры, турбулентности воздуха и динамических характеристик ветрового поля. При выборе аппарата моделирования данного весьма сложного физико-химического процесса мы выделили три критерия, которым она должна удовлетворять: универсальность (возможность использования модели для решения конкретных задач переноса газообразных веществ и взвешенных частиц на мезоуровне), реалистичность (степень её соответствия реальной, по сути — близкой к стационарной на исследуемом временном отрезке системе), точность (способность количественно оценивать и прогнозировать развитие системы при изменяющихся условиях).

Очевидно, что следует добавить ещё один — рациональность. Это означает, что принятая модель, по возможности, должна максимально просто формулировать анализируемое явление (процесс диффузии), включать только те связи, соотношения, зависимости, которые наиболее важны при рассмотрении данной конкретной задачи, по сути — поиска экстремального результата в условиях сочетания чрезвычайных факторов эксплуатации транспорта и метеорологии.

Как показал анализ международной многолетней положительной практики моделирования диффузии поллютантов в стратифицированной атмосфере на мезоуровне [7] для описания переноса выбросов в атмосферном воздухе газообразных и взвешенных частиц, отвечающем выше отмеченным критериям, лучше всего подходит модель Гаусса, в которой среднее сечение «факела» неизменно во времени и пространстве, имеет единообразную геометрическую форму, напоминающего сечение колокола.

Скорость и дальность переноса загрязняющих веществ в общем случае зависят от их температуры, турбулентности воздуха и динамических характеристик ветрового поля

Ввиду того, что массив исходных точечных данных о концентрациях имеет объём, близкий к необозримому, работа с ним традиционными методами может оказаться чрезвычайно трудоёмкой. Организация вычислительного процесса, очевидно, будет сопряжена с необходимостью использования далеко не полной информации о начальных и граничных условиях, о коэффициентах уравнений, о границах разделов газообразных и взвешенных сред — наконец, при построении моделей неизбежно появится необходимость учитывать обновляемые данные наблюдений автоматизированной системы мониторинга.

Во избежание перечисленных проблем нами использовался универсальный подход [8] на основе построения иерархии нейросетевых моделей для любого набора оперируемой информации и аналитических выражений определяющих зависимостей: «уравнения» или «наборы данных» — и в смешанной гетерогенной ситуации: «уравнения + данные». Используя данный подход, можно единообразно, без принципиальной перестройки алгоритмов конструировать устойчивые к ошибкам и способные усваивать новую информацию нейросетевые модели процесса переноса. Как показала практическая реализация настоящего исследования, данная методология существенно сокращает трудоёмкость моделирования систем с распределёнными параметрами, к которым относится динамическая задача оценки загрязнения атмосферы ОГ транспорта. Положительным является и то, что предложенный подход и соответствующие ему нейросетевые модели загрязнения воздуха и нейросетевые алгоритмы их настройки обладают приоритетной новизной [9].

Согласно модели Гаусса, изменение концентрации примеси от мгновенного точечного источника примеси подчиняется нормальному закону распределения:

$$q(t,x,y,z) = \frac{Qe^{-\frac{1}{2}\left[\frac{(x-x_0-V_x t)^2}{\sigma_x^2 t}+\frac{(y-y_0)^2}{\sigma_y^2 t}+\frac{(z-z_0)^2}{\sigma_z^2 t}\right]}}{\sqrt[3]{2\pi t}\,\sigma_x\sigma_y\sigma_z}, \quad (1)$$

где x_0, y_0 и z_0 — координаты источника выброса; Q — мощность источника; V_x — коэффициент, характеризующий скорость ветра в предположении, что система координат сориентирована таким образом, что OX совпадает с направлением ветра; σ_x, σ_y и σ_z — средние квадратичные отклонения частиц примеси в момент времени t, соответственно, вдоль координатных осей OX, OY и OZ:

$$\sigma_x^2 = \frac{2}{h}\int_0^h\left[K_x(z)dz\right];\ \sigma_y^2 = \frac{2}{h}\int_0^h\left[K_y(z)dz\right];$$
$$\sigma_z^2 = \frac{2}{h}\int_0^h\left[K_z(z)dz\right], \quad (2)$$

где h — высота приземного слоя.

Используя принцип суперпозиции, из (1) легко получить формулы для расчёта концентрации примеси от точечного источника непрерывного действия:

$$q(t,x,y,z) = \int_0^t \left(\frac{Qe^{-\frac{1}{2}\left[\frac{(x-x_0-V_x t)^2}{\sigma_x^2 t}+\frac{(y-y_0)^2}{\sigma_y^2 t}+\frac{(z-z_0)^2}{\sigma_z^2 t}\right]}}{\sqrt[3]{2\pi t}\,\sigma_x\sigma_y\sigma_z} \right) dt. \quad (3)$$

Согласно гауссовой модели изменение концентрации примеси в атмосфере подчиняется нормальному закону распределения. Основная сложность состоит в вычислении интеграла, при расчёте которого аналитические методы приводят к громоздким формулам, а численные методы требуют большого времени счёта. Поэтому, используя кубатурные формулы, заменим интеграл конечной суммой:

$$q_n(t,x_i,y_i,z_i) = \sum_{i=0}^{n} \left(C_i \frac{Qe^{-\frac{1}{2}\left[\frac{(x-x_0-V_x t)^2}{\sigma_x^2 t}+\frac{(y-y_0)^2}{\sigma_y^2 t}+\frac{(z-z_0)^2}{\sigma_z^2 t}\right]}}{\sqrt[3]{2\pi t}\,\sigma_x\sigma_y\sigma_z} \right), \quad (4)$$

где C_i — числовой коэффициент; $x_i \in [0; t]$, $i = 0, 1, 2, 3, \ldots, n$ — узлы интегрирования.

Приближение (4) для концентрации вредного (загрязняющего) вещества q можно рассматривать как модель, соответствующую искусственным нейронным сетям с радиальными базисными функциями (в анализируемом случае базисная функция — функция Гаусса).

Результаты проведённого исследования

На основе обработки данных мониторинга по разработанной математической модели были построены нейронные сети с разным количеством нейронов: $n = 5$, 10, 15, 20 с применением метода RProp [8] и комбинации [8] метода «Облака» из трёх частиц ($n_1 = 3$) и метода RProp.

В результате проведения по модели численного эксперимента с использованием программного обеспечения Mathematica компании Wolfram Research были получены диаграммы для разных гипотетических сценариев развития ситуации загрязнения атмосферного воздуха на территории Санкт-Петербурга. Полную информацию о проведённых многолетних исследованиях можно получить из отчёта по гранту Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) «Информационные модели на основе иерархических гетерогенных нейронных сетей в исследовании влияния объектов транспортной инфраструктуры на окружающую среду» (проект №14-01-00733А, 2015–2016 годы).

В качестве примеров, подтверждающих работоспособность разработанного метода, на рис. 2 (плоская модель) отражена зависимость уровня загрязнения воздуха диоксидом азота NO_2 в разных районах города от комплексного векторного параметра — скорости и направления ветра. Расчёты соответствуют аномально неблагоприятным метеорологическим условиям: безветренной погоде и наличия над Финским заливом глубокой (по высоте) области температурных инверсий.

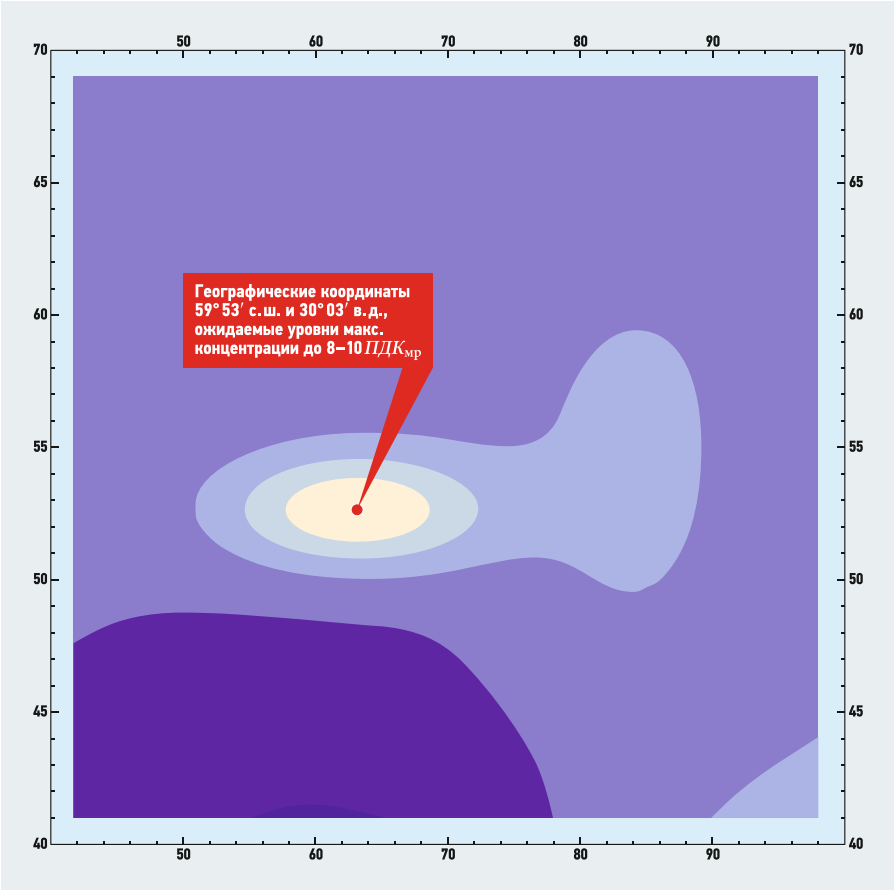


Рис. 2. Двухмерная визуализация модельных вычислений распространения и распределения NO_2 в городе Санкт-Петербурге на мезоуровне с использованием программного обеспечения Mathematica производства компании Wolfram Research

Для «розы ветров», характерной для региона Санкт-Петербурга, юго-западные направления ветровой нагрузки наблюдаются наиболее часто

В результате последовательных итераций (обучающих аппроксимаций данных измерений АСМ, наилучшие, более точные результаты, с минимальными значениями функционала ошибки, получились в случае применения комбинации методов «облака» и RProp при $n = 5$; $n_1 = 3$.

На рис. 3 эти результаты представлены на трёхмерной модели.

Согласно данным диаграммам, уровень наивысшего загрязнения диоксидом азота в этом случае соответствует области с географическими координатами 59°53′ с.ш. и 30°03′ в.д. (над Финским заливом). Ожидаемые вероятные численные значения загрязнения воздуха NO_2 на уровне дыхания человека в этой чрезвычайно опасной области могут лежать в диапазоне значений 8–10 $ПДК_{мр}$.

Высокий уровень загрязнения над Финским заливом, как об этом было ранее сказано, объясняется диффузией, «перетеканием» вредных (загрязняющих веществ) из других районов города, в которых работают транспортные тепловые двигатели. Причиной этому явилась устойчива инверсия над Финским заливом — область пониженного давления.

На рис. 4 в качестве второго примера приведены результаты численного моделирования загрязнения воздуха частицами PM_{10} в Санкт-Петербурге — также на мезоуровне, как и в первом примере. Здесь на диаграмме представлена ожидаемая трансформация распределения загрязнения воздуха частицами PM_{10} как следствия смещения загрязнённого поллютантами облака смога над Финским заливом под воздействием слабого юго-западного ветра со скоростью 2 м/с.

Следует отметить, что для «розы ветров», характерной для региона Санкт-Петербурга, юго-западные направления ветровой нагрузки наблюдаются наиболее часто во все времена года. Как вытекает из анализа диаграммы рис. 4, при слабом юго-западном ветре наивысший уровень загрязнения атмосферного воздуха PM_{10} соответствует району с координатами 59°55′ с.ш. и 30°20′ в.д. (Центральный район).

Смещение высокого уровня загрязнения воздуха над Санкт-Петербургом с Финского залива в сторону Центрального района объясняется диффузией, «перетеканием» вредных (загрязняющих) веществ,

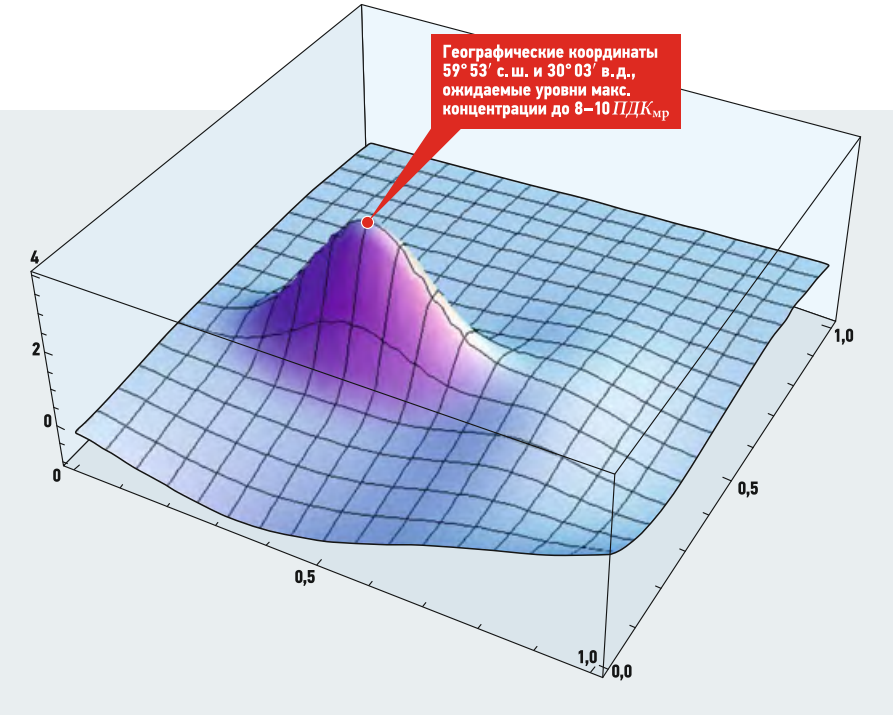


Рис. 3. Трёхмерная визуализация модельных вычислений распространения и распределения NO_2 в городе Санкт-Петербурге на мезоуровне с использованием программного обеспечения Mathematica производства компании Wolfram Research

как из ранее сформировавшегося облака смога вредных (загрязняющих веществ) над Финским заливом, так и из других районов города, в которых работают транспортные тепловые двигатели. Причиной этому явилось сформировавшееся под воздействием ветровой нагрузки новое устойчивое распределение вертикальных температур и, как физическое метеорологическое следствие, смещение инверсионных пониженных атмосферных давлений в область Центрального района.

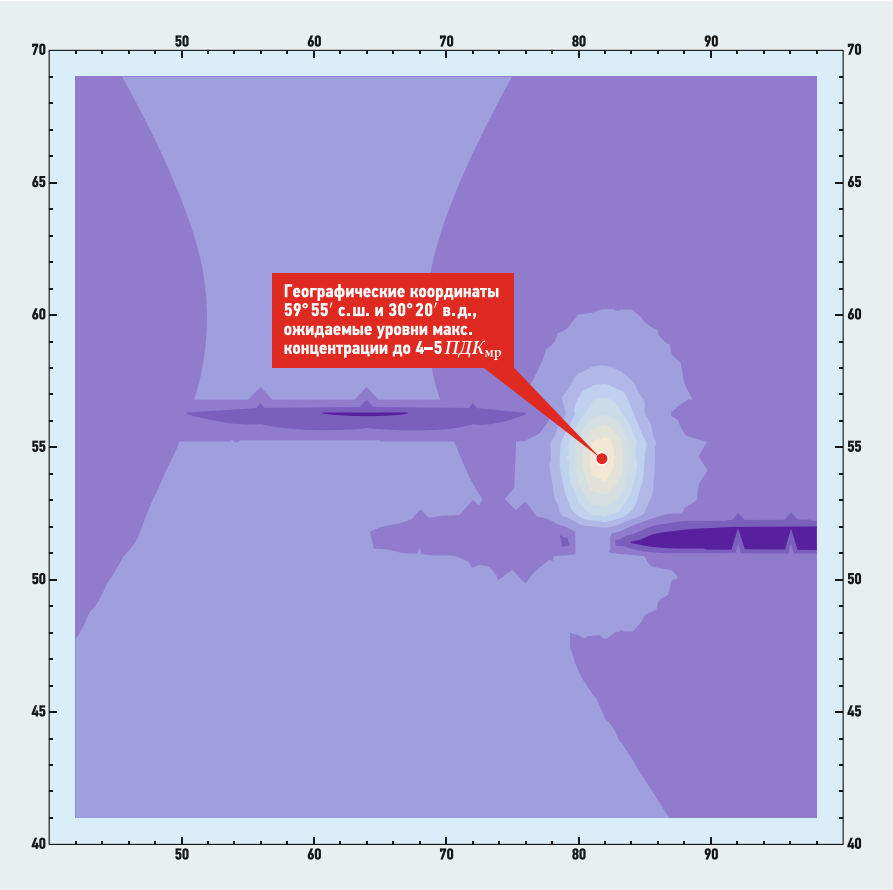


Рис. 4. Двухмерная визуализация модельных вычислений распространения и распределения частиц PM_{10} (дизельной сажи тепловых двигателей транспорта) в Санкт-Петербурге на мезоуровне с использованием программного обеспечения Mathematica компании Wolfram Research

По результатам нейросетевой аппроксимации данных многолетних измерений автоматизированной системы мониторинга ожидаемые вероятные численные значения загрязнения воздуха PM_{10} на уровне дыхания человека в этой чрезвычайно опасной области Центрального района могут лежать в диапазоне значений 4–5 $ПДК_{мр}$.

Выводы

1. В Санкт-Петербурге одновременная эксплуатация тепловых двигателей автомобильного, водного, железнодорожного и воздушного транспорта при неблагоприятных метеорологических и транспортных условиях приводит к закономерно повторяемым локальным территориально-временным чрезвычайным ситуациям сверхнормативного загрязнения воздуха NO_2 и PM_{10}, причём на уровне легких человека.

2. Применение оригинального (комбинация методов «Облака» и RProp) универсального подхода математического моделирования на основе построения иерархии обучаемых нейросетевых моделей для набора оперируемой инструментальной информации о полях распределения концентраций NO_2, PM_{10} и аналитического выражения закона диффузии Гаусса («уравнения + данные») позволяет контролировать и прогнозировать такие ЧС.

3. Организация и проведение численного эксперимента с использованием нового подхода, применительно к Санкт-Петербургу — водной и культурной столице РФ — позволили выявить вероятные локально временные ЧС загрязнения воздуха ОГ тепловых двигателей от совместной работы транспорта над Финским заливом (превышение концентраций NO_2 до 8–10 $ПДК_{мр}$) и в Центральном районе (превышение концентраций PM_{10} до 4–5 $ПДК_{мр}$).

4. Натурными полевыми и численными исследованиями установлено, что подобные закономерно повторяемые территориально-временные локальные черезвычайные ситуации сверхнормативного загрязнения воздуха в городах являются следствием сочетания одновременно неблагоприятных транспортных (часы пиковой транспортной нагрузки) и метеорологических (штилевая или слабая ветровая нагрузка, локальные температурные инверсии в приземном слое стратифицированной атмосферы) факторов.

1. Ложкин В.Н., Ложкина О.В. Прогнозирование загрязнения воздуха отработавшими газами двигателей судов и автотранспорта //Транспорт Российской Федерации, 2017. №1. С. 59–62.
2. Takeaki Orihara. An update of vehicle emission control policies and regulations in Japan and Tokyo. Motor Vehicle/Vessel Emissions Control Workshop 2016. December 14, 2016.
3. Michelle L. Bell, Devra L. Davis, Tony Fletcher. A retrospective assessment of mortality from the London smog episode of 1952: The role of influenza and pollution. Environmental Health Perspective. 2004. Vol. 112. No. 1. Pp. 6–8.
4. Ложкин В.Н., Ложкина О.В. Управление экологической безопасностью городского транспорта. Исследование эффективности управления экологической безопасностью городского транспорта на примере Санкт-Петербурга. Lambert Academic Publishing, 2011. 204 с.
5. Официальный сайт Всемирной организации здравоохранения [Электр. текст]. Режим доступа: who.int. Дата обращ.: 22.05.2018.
6. Экологический портал Санкт-Петербурга [Электр. текст]. Режим доступа: infoeco.ru. Дата обращ.: 11.06.2018.
7. Härkönen J. Regulatory dispersion modelling of traffic-originated pollution. Finnish Meteorological Institute, Contributions No. 38. University Press. Helsinki, Finland. 2002. 103 p.
8. Васильев А.Н, Тархов Д.А., Шемякина Т.А. Нейросетевой подход к задачам математической физики. — СПб.: Нестор-история, 2015. 260 с.
9. Lozhkina O.V., Lozhkin V.N., Nevmerzhitsky N.V., Tarhov D.A., Vasilyev A.N. Motor transport related harmful $PM_{2.5}$ and PM_{10}: from on-road measurements to the modelling of air pollution by neural network approach on street and urban level. Journal of Physics: Conference Series. 2016. Vol. 772. No. 1. Pp. 1–6.

References — see page 94.

На правах рекламы.

Всё для отопительного сезона от Testo: от газоанализаторов до мультиметров

Спецпредложение: при покупке специальных комплектов* анализаторов дымовых газов вы получаете **бесплатно** мультиметр testo 760-2 или смарт-зонд testo 510i

- Исключительно лёгкая эксплуатация
- Гарантия: testo 330 - 4 года, testo 320 - 2 года
- Удобное управление и минимум бумажной работы благодаря мобильным приложениям и специальному ПО для ПК

* В комплект поставки testo 330 - 1/2 LL включен мультиметр **testo 760-2** с магнитным креплением
В комплект поставки testo 320 включен смарт-зонд манометр дифференциального давления **testo 510i**

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

Численное моделирование процесса тепломассообмена в сотовом увлажнителе

Вопросам совершенствования методов расчёта процессов тепломассообмена, в частности, для обеспечения адиабатного увлажнения воздуха, посвящён ряд работ Е.В. Стефанова, В.С. Майсоценко, А.Г. Сотникова, О.Я. Кокорина, С.М. Анисимова, М.Г. Тарабанова, А.Г. Аверкина и других [1–8]. Рассмотрены особенности тепломассообмена в различных контактных аппаратах систем кондиционирования воздуха (СКВ). Возможность применения этих процессов в холодный и тёплый периоды года, несомненно, определяет их энергоэффективность [9]. Результаты исследований процессов тепломассообмена в контактных аппаратах получены во многих случаях эмпирическим путём, например, в работах [7, 8]. Это обусловлено сложным характером взаимодействия потоков воздуха и воды, при этом наличие твёрдых поверхностей в насадочных аппаратах ещё более усложняет задачу.

При изучении тепломассобменных процессов в аппаратах контактного типа СКВ важным вопросом является формирование жидкостной плёнки на поверхности орошаемой насадки. В процессе стекания воды по поверхности орошаемой насадки одновременно происходит процесс испарения — таким образом, величина толщины жидкой плёнки становится переменной по высоте поверхности. Толщина плёнки изменяется тем сильнее, чем интенсивнее идёт процесс испарения [10]. В зависимости от высоты изменяются и другие характеристики, такие как расход жидкости, её скорость, линейная массовая плотность орошения, число Рейнольдса. В результате появляется необходимость совместного решения сложной системы уравнений, описывающих процессы испарения жидкой плёнки и её стекания по стенкам насадки.

Современные методы математического моделирования с использованием прикладных программ, обобщённые в работе [11], позволяют получить распределение параметров в различных гидродинамических средах. В работах [10, 12] представлены некоторые результаты численного моделирования процессов тепломассообмена в контактных аппаратах.

Помимо особенностей взаимодействия потоков воды и воздуха, процессы тепломассообмена в насадочных аппаратах существенно зависят от геометрической структуры и теплотехнических характеристик пористых материалов, из которых изготовлена насадка.

В процессе стекания воды по поверхности орошаемой насадки одновременно происходит процесс испарения — таким образом, величина толщины жидкой плёнки становится переменной по высоте поверхности

Для настоящего исследования при участии авторов модернизирована созданная на кафедре теплогазоснабжения и вентиляции СПбГАСУ установка [10].

В качестве тепломассообменной насадки использована кассета из гигроскопичного материала глубиной 100 мм фирмы Munters. Первые физические исследования и численные эксперименты с использованием прикладной программы StarCCM+ представлены в работе [10]. Однако, учитывая, что подобный численный эксперимент был выполнен впервые и был ограничен по объёму вычислительных процедур, то удалось реализовать численный эксперимент только для исследования одной пластины кассеты.

Реальная кассета состоит из 60 гофрированных листов с длиной волны порядка 17 мм, размещённых поочерёдно под углами к горизонту: 45° вверх и 15° вниз для обеспечения равномерности процесса смачивания и предотвращения отрыва капель.

Рецензия эксперта на статью получена 08.02.2019 [Expert review on the article received February 08, 2019].

УДК 697.932.5. Номер специальности: 05.23.03.

Численное моделирование процесса тепломассообмена в сотовом увлажнителе

Гари М. Позин, д.т.н., профессор, заслуженный профессор Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна (СПбГУТД); **Вера М. Уляшева**, д.т.н., доцент, профессор; **Никита М. Крышкин**, аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ)

Представлены результаты численного эксперимента процесса обработки воздуха в установке с кассетой сотового увлажнителя с использованием программы StarCCM+. Использована k–e-модель турбулентности. Определена величина коэффициента адиабатической эффективности. Данные исследований могут быть использования для оценки количественных характеристик в аппаратах реальных размеров.

Ключевые слова: *тепломассообмен, сотовый увлажнитель, орошаемая насадка, численный эксперимент, адиабатическая эффективность.*

UDC 697.932.5. Number of scientific specialty: 05.23.03.

Numerical modeling of heat and mass transfer in the evaporative humidifier

Harry M. Pozin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Professor of the Saint Petersburg State University of Technology and Design (SUTD); **Vera M. Ulyasheva**, Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor, Professor; **Nikita M. Kryshkin**, graduate student, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)

The results of a numerical experiment of the air treatment process in an installation with a cellular humidifier cassette using the StarCCM+ program are presented. The k–e-turbulence model is used. The value of the adiabatic efficiency coefficient is determined. Research data can be used to assess the quantitative characteristics in the apparatus of real sizes.

Key words: *heat and mass transfer, cellular humidifier, irrigated nozzle, numerical experiment, adiabatic efficiency.*

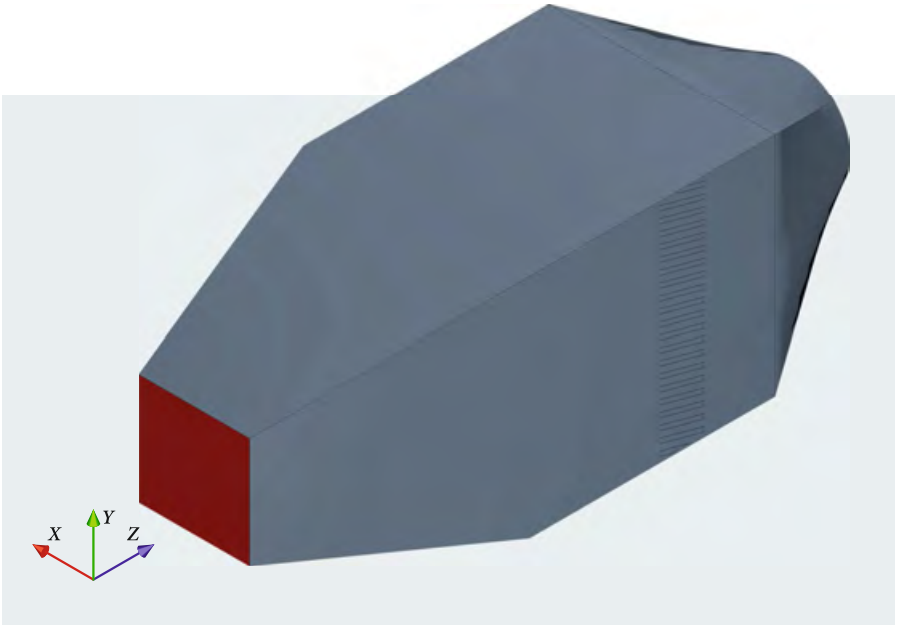


Рис. 1. К построению геометрической модели установки

В данной работе для исследования процесса увлажнения воздуха в установке с тепломассообменной насадкой создана геометрическая 3D-модель (рис. 1) установки в программе SolidWorks. Геометрическая модель орошаемой насадки создана отдельным элементом (рис. 2). Габариты насадки соответствуют размерам установки: 510×510×100 мм.

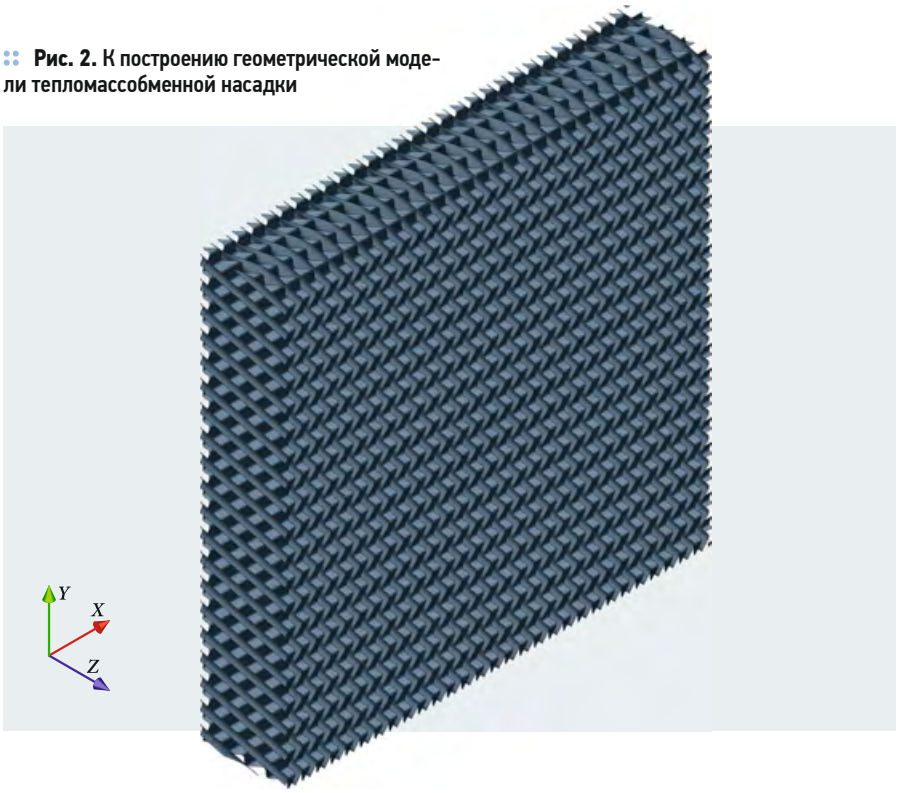
При создании расчётной сетки за базовый принят размер 20 мм. На входе и выходе воздушного потока из установки сетка сгущается до размера 10 мм. Вблизи пластин орошаемой насадки сетка также сгущается, шаг сетки в пять раз меньше базового размера (4 мм).

Итоговое количество ячеек расчётной сетки — 2 816 948.

Далее выполнена сборка модели из двух описанных выше деталей в программе SolidWorks. Готовая сборка экспортирована в программу StarCCM+. Последующая работа выполнена в программе StarCCM при помощи встроенных автоматических генераторов: генератора призматического слоя, триммера, генератора поверхностной сетки.

Вблизи пластин и вдоль стенок установки созданы призматические слои с параметрами у пластин: толщина призматических слоёв — 12 мм; число призматических слоёв — четыре; коэффициент растяжения призматических слоёв равен 1,3. Параметры призматических слоёв у стенок установки: толщина призматических слоёв — 24 мм; число призматических слоёв — три; коэффициент растяжения призматических слоёв равен 1,7. Итоговое количество ячеек расчётной сетки — 5 167 824. В сечении канала между пластинами орошаемой насадки в среднем четыре-пять ячеек.

Рис. 2. К построению геометрической модели тепломассообменной насадки



Данный численный эксперимент выполнялся впервые и был ограничен непосредственно по объёму вычислительных процедур, поэтому удалось реализовать численный эксперимент только для исследования одной пластины кассеты

Данное количество является достаточным, но минимальным для формирования достоверной модели движения воздуха в каналах насадки. Создание более подробной расчётной сетки в рамках данной работы не представляется возможным в связи с техническими ограничениями. Указанная выше сетка при расчёте занимает весь максимальный объём оперативной памяти (ОЗУ), обычно доступной на компьютерах для учебного использования.

Расчёт более подробной сетки потребует применения производительного серверного оборудования.

Численное моделирование тепломассообменных процессов в насадке сотового увлажнителя основано на расчёте уравнений Рейнольдса для описания турбулентных потоков, дополненных уравнениями конвективно-диффузионного переноса для осреднённой скалярной субстанции $\bar{a}$ (температура T, влагосодержание d):

$$\begin{cases} \dfrac{\partial\bar{\rho}}{\partial t}+\dfrac{\partial}{\partial x_j}\left(\bar{\rho}\bar{u}_i+\bar{\rho}'\bar{u}_i'\right)=S_m, \\ \rho\left(\dfrac{\partial\bar{u}_i}{\partial t}+\bar{u}_j\dfrac{\partial\bar{u}_i}{\partial x_j}\right)=-\dfrac{\partial\bar{P}}{\partial x_j}+ \\ \qquad +\mu\left(\dfrac{\partial\bar{u}_i}{\partial x_j}+\dfrac{\partial\bar{u}_i}{\partial x_i}\right)+\dfrac{\partial\tau_{ij}'}{\partial x_j}+S_i, \\ \dfrac{\partial\left(\bar{\rho}\bar{a}\right)}{\partial t}+\dfrac{\partial\left(\bar{\rho}\bar{a}\bar{u}_i\right)}{\partial x_j}=\dfrac{\partial\left(\overline{\rho u_j'a'}\right)}{\partial x_j}+\bar{J}_a. \end{cases} \quad (1)$$

где t — время; ρ — плотность; μ — коэффициент динамической вязкости; $\bar{u}_j$ — компоненты вектора осреднённой скорости по осям координат; τ_{ij} — турбулентные напряжения (дополнительные напряжения Рейнольдса); $\bar{u}_i$, $\bar{u}_j$, $\bar{T}$ и $\bar{C}$ — локальные пульсации скорости, температуры и примеси потока; $\bar{a}$ — осреднённые значения удельной плотности скалярной величины; S_m и S_i — интенсивность источников массы и импульса; $\bar{J}_a$ — интенсивность источников примеси.

В работе совместно решаются две различные задачи:

1. Моделируется турбулентное движение воздуха через орошаемую насадку с адиабатическим охлаждением в ней.

2. Моделируется ламинарное движение (стекание) жидкой плёнки под действием гравитационных сил по орошаемой насадке.

Для нестационарного решателя приняты следующие параметры: единичный шаг по времени — 0,1 с; пять итераций на один шаг времени; расчётное время (в зависимости от расхода воздуха, проходящего через установку, причём при бóльшем расходе воздуха сходимость решения наблюдается быстрее — от трёх до пяти секунд)

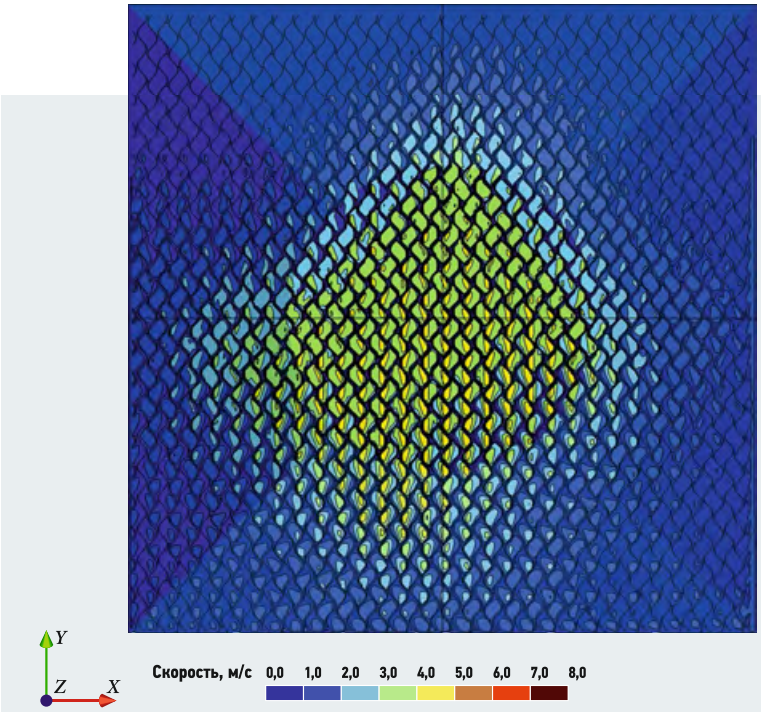


Рис. 4. Скорости движения воздуха в поперечном сечении тепломассообменной насадки

Для численного расчёта исследуемого процесса приняты следующие характеристики: стационарный режим протекания процесса; сила тяжести; излучение вида «поверхность–поверхность»; тепловое излучение серого тела; уравнение энергии среды для температуры; идеальный газ; многокомпонентный газ; *k*–ε-модель турбулентности; осреднённое по Рейнольдсу уравнение Навье-Стокса.

В качестве граничных условий приняты скорость, температура и относительная влажность воздуха на входе; стационарная температура поверхности стенок установки; температура и относительная влажность воздуха непосредственно на поверхности насадки. При дискретизации расчётной области использована прямоугольная неравномерная сетка, которая сгущается вблизи твёрдых границ согласно закону гиперболического тангенса (алгоритм Винокура). Для учёта особенностей процесса испарения применена Эйлерова многофазность. Для нахождения давления насыщения водяных паров использовано уравнение Антуана.

Известно, что на поверхности гигроскопичной насадки при влажностной обработке воздуха образуется стекающаяся под действием силы тяжести жидкая плёнка. Для нестационарного решателя приняты следующие параметры: единичный шаг по времени — 0,1 с; пять итераций на один шаг времени; расчётное время (в зависимости от расхода воздуха, проходящего через установку, причём при бóльшем расходе воздуха сходимость

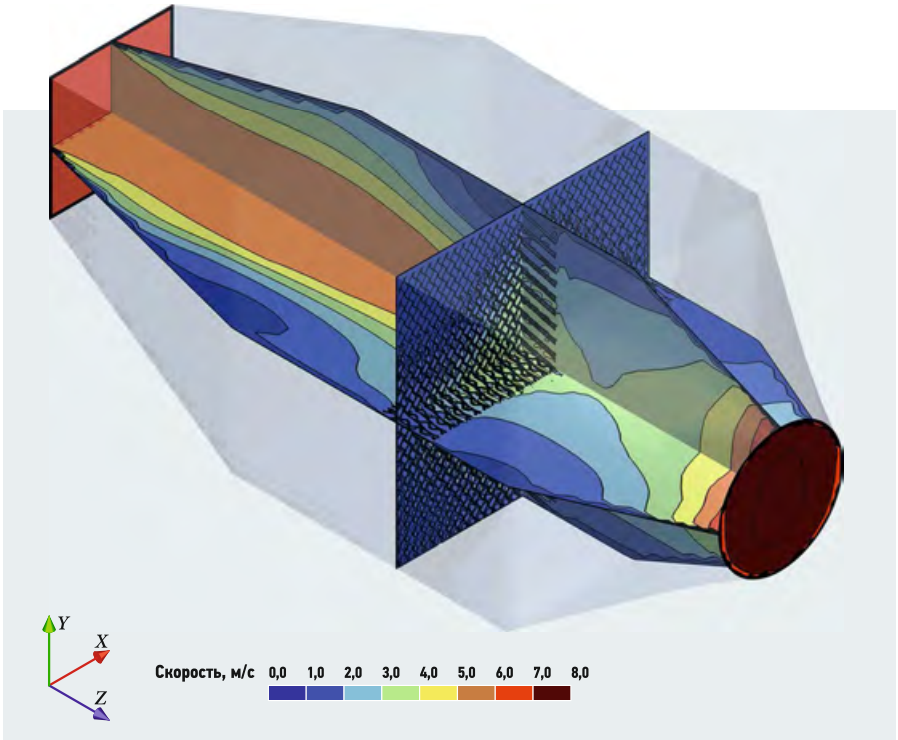


Рис. 3. Распределение скорости движения воздуха в элементах установки

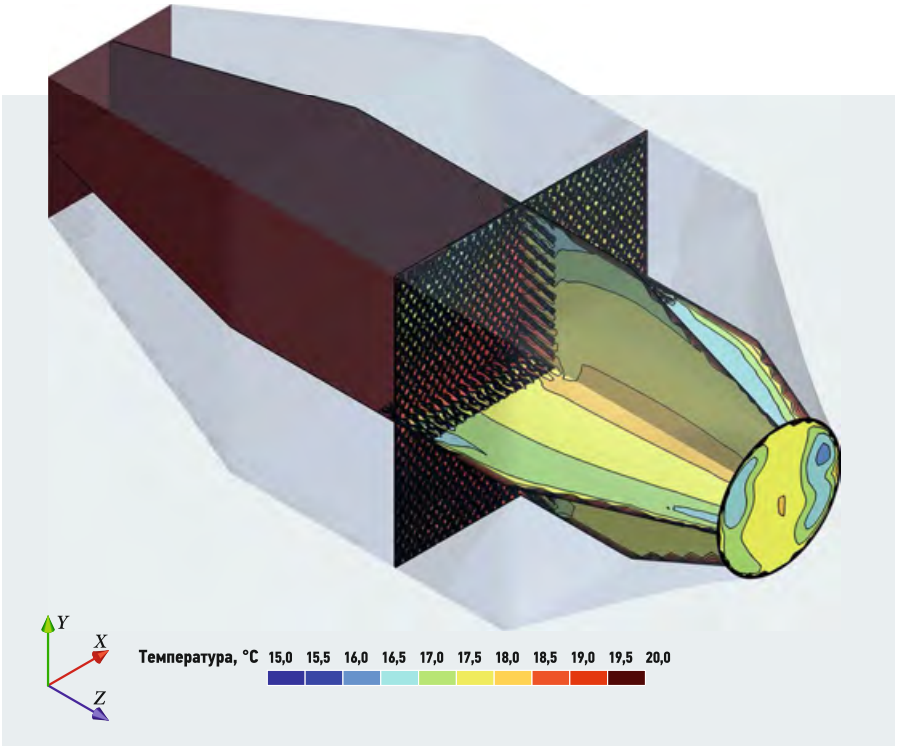


Рис. 5. Распределение температуры воздуха в элементах установки

решения наблюдается быстрее — от трёх до пяти секунд). Время, необходимое для выполнения одной итерации, составило около 70 секунд. Переход от дифференциальных уравнений в частных производных к дискретным осуществлён методом конечных объёмов. При проведении численного эксперимента выполнена оценка сходимости, означающая уменьшение до нуля ошибки численного решения при условии, что размеры контрольных объёмов расчётной области стремятся к нулю.

При скорости воздуха в живом сечении насадки 1,4 м/с, начальной температуре воздуха 20 °C и конечной температуре 17,2 °C, и при температуре воды 15,1 °C получено значение коэффициента адиабатической эффективности 58 %. Результаты расчёта удовлетворительно соответствуют результатам лабораторного эксперимента

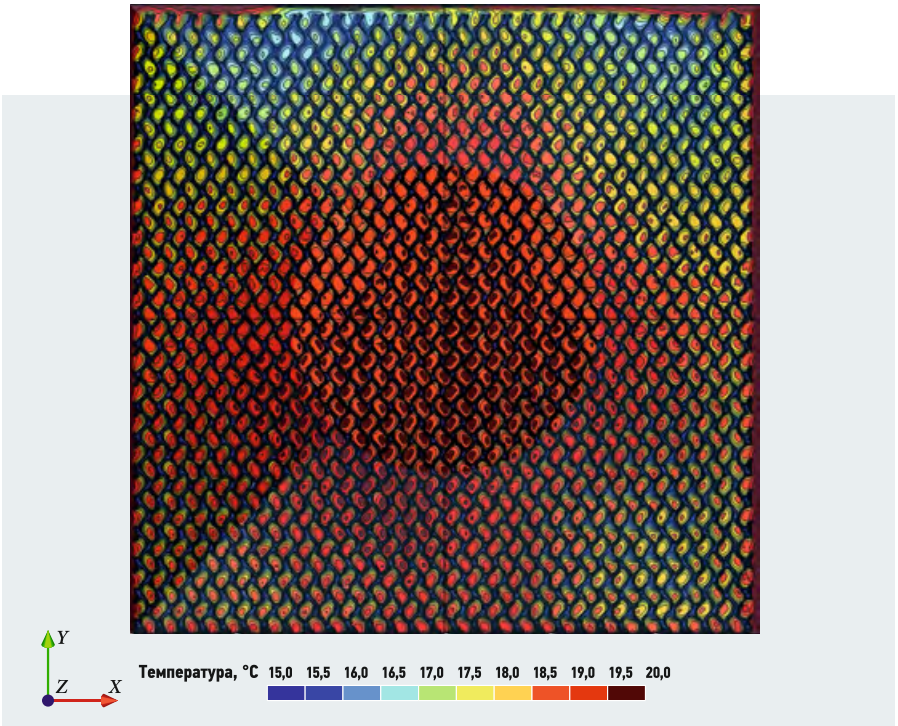


Рис. 6. Распределение температуры воздуха в поперечном сечении тепломассообменной насадки

Расчёт считается законченным, если поведение исследуемых параметров становится стационарным.

Результаты численного эксперимента представлены на рис. 3–6 в виде полей скоростей и температур в характерных секущих плоскостях.

На основании результатов численного эксперимента определены коэффициенты адиабатической эффективности процесса тепломассообмена в орошаемой насадке. Так, при скорости воздуха в живом сечении насадки 1,4 м/с, начальной температуре воздуха 20 °C и конечной температуре 17,2 °C, соответственно, и при температуре воды 15,1 °C получено значение коэффициента адиабатической эффективности 58 %. Результаты расчёта удовлетворительно соответствуют результатам лабораторного эксперимента.

Заключение

На основании разработанной численной модели на базе *k*–ε-модели турбулентности впервые получены характеристики тепломассообменных процессов при испарении жидкой плёнки в сотовом увлажнителе реального размера.

1. Стефанов Е.В. Вентиляция и кондиционирование воздуха. — СПб.: АВОК Северо-Запад, 2005. 402 с.
2. Майсоценко В.С. Тепломассообмен в косвенно-испарительных воздухоохладителях регенеративного типа // Промышленная теплотехника, 1987. №2. С. 84–87.
3. Сотников А.Г. Процессы, аппараты и системы кондиционирования воздуха и вентиляции. Том 2. Ч. 2. — СПб.: АТ-Publishing, 2007. 512 с.
4. Кокорин О.Я. Сравнение систем кондиционирования воздуха по показателям энергетической эффективности // АВОК, 2011. №2. С. 46–48.
5. Тарабанов М.Г. Увлажнение воздуха в системах вентиляции и кондиционирования // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2009. №3. С. 50–55.
6. Анисимов С.М. Тепломассообмен в аппаратах с пористой насадкой систем кондиционирования воздуха: Дисс. д-ра техн. наук по спец. 05.23.03. — СПб., 1998. 385 с.
7. Аверкин А.Г. Научные основы совершенствования устройств тепловлажностной обработки воздуха в системах кондиционирования: Дисс. д-ра техн. наук по спец. 05.23.03. — Пенза, 2013. 332 с.
8. Королёва Н.А. Разработка энергоэффективных систем кондиционирования воздуха с испарительным охлаждением и адиабатным увлажнением: Дисс. канд. техн. наук по спец. 05.23.03. — Волгоград, 2015. 173 с.
9. Р 017 НОСТРОЙ 2.15.6–2014. Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Рекомендации по устройству энергоэффективных схем систем вентиляции и кондиционирования воздуха. — М.: Изд-во «БСТ», 2014. 114 с.
10. Канев М.А. Создание влажностного режима в административных помещениях для северной климатической зоны: Дисс. канд. техн. наук по спец. 05.23.03. — СПб., 2016. 169 с.
11. Гримитлин А.М., Дацюк Т.А., Денисихина Д.М. Математическое моделирование в проектировании систем вентиляции и кондиционирования. — СПб.: АВОК Северо-Запад, 2013. 192 с.
12. Васильев В.Ф., Уляшева В.М., Канев М.А., Рябев Г.А. О применении моделей турбулентности при численном моделировании процессов тепло-, воздухо- и массообмена // Журнал С.О.К., 2016. №12. С. 66–69.

References — see page 94.

Расчёт фреоновых трубопроводов VRF-систем кондиционирования

Расчёт диаметров фреоновых трубопроводов является простой задачей для инженеров ОВиК. Однако в случае отклонения от рекомендуемых значений не всегда ясно, как поведёт себя VRF-система. В статье не только рассматривается стандартная методика расчёта трубопроводов систем VRF и физический смысл вводимых ограничений, но даются ответы на вопросы: «что будет, если...?» А именно — что будет, если увеличить длину трубопроводов, превысить допустимый перепад высоты, применить нерекомендуемый диаметр трубопровода и т.д.

Автор: С.В. БРУХ, директор ГК «Центр Технического Маркетинга», технический редактор журнала С.О.К.

Проектирование фреонопроводов для VRF-систем кондиционирования — одна из важнейших задач, от правильности решения которой зависит эффективное функционирование многозональной системы кондиционирования. Конструктивно VRF-системы являются системами центрального кондиционирования, поэтому методики расчёта фреоновых магистралей в чём-то подобны методикам расчёта систем водяного отопления и холодоснабжения. Однако существуют серьёзные отличия.

Во-первых, VRF-системы в качестве холодоносителя используют хладагент — следовательно, при расчёте мы имеем дело уже с двухфазным энергоносителем («фреон–жидкость», «фреон–газ или масло»). Во-вторых, особенностью функционирования VRF-систем является их многозональность, поэтому выбор расчётной (пиковой) нагрузки на участок трубопровода должен учитывать режим функционирования всей системы в целом.

Исходя из этих условий, расчёт мультизональных систем обязан быть значительно сложнее, чем расчёт обычной системы отопления, однако на практике это не так. Для упрощения подбора VRF-системы японские производители разработали укрупнённую методику, соблюдая которую (по замыслу разработчиков) любой инженер может достаточно быстро подобрать диаметры и конфигурацию трубопроводов. Рассмотрим её подробнее.

Укрупнённая методика расчёта трубопроводов VRF-систем

А) Конфигурация системы

Для начала необходимо определить конфигурацию системы, то есть расположение внутренних блоков, трубопроводов, тройников и наружных блоков относительно друг друга (рис. 1). На конфигурацию VRF-системы накладываются достаточно серьёзные ограничения:

1. Фактическая длина жидкостных трубопроводов от наружного блока до самого удалённого внутреннего — максимум 150 м.

2. Суммарная длина всех жидкостных трубопроводов в системе — максимум 1000 м.

3. Длина трубопроводов от первого тройника до дальнего внутреннего блока — максимум 60 м.

4. Перепад высот от наружного блока до самого удалённого (по вертикали) внутреннего — максимум 50 м.

5. Перепад высот между самыми удалёнными (по вертикали) внутренними блоками — максимум 15 м.

Конкретные величины предельных длин трубопроводов и перепадов высот зависят от производителя VRF-систем, но в целом очень похожи.

Конструктивно VRF-системы являются системами центрального кондиционирования. Однако системы VRF в качестве холодоносителя используют хладагент, то есть при расчёте мы имеем дело с двухфазным энергоносителем. Также особенностью функционирования VRF-систем является их многозональность

Б) Определение диаметров медных трубопроводов

Во-первых, необходимо отметить требования производителей к качеству медной трубы, применяемой для систем VRF. Исторически мультизональные системы работали на фреоне R22, однако сегодня произошёл практически полный переход на озонобезопасный фреон R410A. Так как максимальное (расчётное) давление в трубопроводах на R22 составляет 2,8 МПа, а для фреона R410A уже в полтора раза больше — 4,2 МПа, нагрузка на фреонопроводы в новых VRF-системах значительно выше. Соответственно, выше требования к качеству медной трубы (табл. 1). Чем больше диаметр медного трубопровода, тем больше возникает усилие на разрыв при одинаковом давлении, тем больше должна быть толщина стенки.

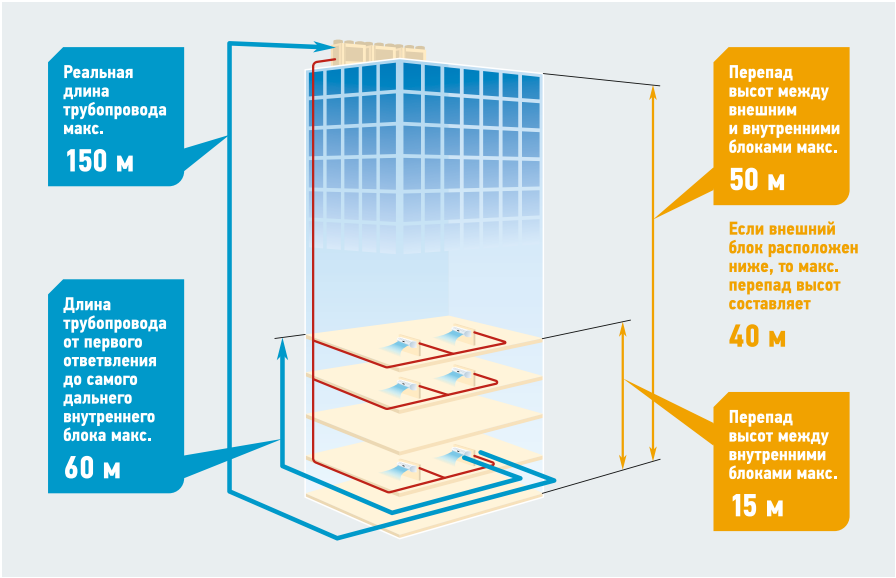


Рис. 1. Конфигурация фреоновых трубопроводов VRF

В целом считается, что до диаметра 15,88 мм (⅝″) медные трубопроводы для фреонов R22 и R410A одинаковы, а вот бóльшие диаметры должны иметь бóльшую толщину стенок.

Определение диаметров трубопроводов производят по расчётным участкам. Расчётный участок трубопровода — это трубопровод с неизменным расходом фреона по всей длине. Как правило, он ограничен с обеих сторон тройниками или блоками VRF-системы. Выбор диаметров трубопроводов зависит от расхода хладагента на расчётном участке и фазового состояния фреона. Расход хладагента в свою очередь зависит от типоразмера обслуживаемых внутренних блоков, температуры внутреннего воздуха, величины открытия регулирующего клапана, коэффициента неодновременности теплоизбытков и многих других параметров.

Однако для простоты расчёта диаметры жидкостного и газового трубопроводов выбираются только исходя из суммарного количества индексов обслуживаемых внутренних блоков по специальным таблицам (табл. 2).

Индекс внутреннего блока — это условный эквивалент его производительности (в киловаттах или тысячах британских термических единиц [BTU], либо других единицах), присутствует у всех производителей VRF-систем в названии внутреннего блока.

Нюансы при выборе диаметра фреонопровода для систем VRF:

1. Диаметры трубопроводов, которые подходят непосредственно к внутренним или наружным блокам, задаются диаметром присоединительных вальцовок или труб для пайки.

2. Диаметры трубопроводов коллекторных участков задаются индексами наружных, а не внутренних блоков.

3. Диаметр трубопроводов между тройниками не может быть больше диаметра трубопровода коллекторного участка. Поэтому если диаметр получается больше — принимаем его равным коллекторному трубопроводу.

Характеристики медной трубы для систем VRF (для макс. давления 4,15 МПа) табл. 1

Номинальный диаметр, дюймы	¼	⅜	½	⅝	¾	⅞	1⅛	1⅜	1⅝
Наружный диаметр, мм	6,35	9,52	12,7	15,88	19,05	22,22	28,58	34,92	41,27
Материал	JIS H3300 C1220T-O					JIS H3300 C1220T-H			
Толщина стенок, мм	0,8	0,8	0,8	1,0	1,2	1,0	1,0	1,2	1,43

Выбор диаметра медного трубопровода и тройников* табл. 2

Индекс участка, BTU	Мощность участка по холоду, кВт	Диаметр жидкостной трубы, мм (дюймы)	Диаметр газовой трубы, мм (дюймы)
14–35	4–10	9,52 (⅜)	15,88 (⅝)
36–53	10–15	9,52 (⅜)	19,05 (¾)
54–90	15–28	12,7 (½)	22,22 (⅞)
91–161	28–45	12,7 (½)	28,58 (1⅛)
162–180	45–56	15,88 (⅝)	28,58 (1⅛)
181–269	56–80	15,88 (⅝)	34,92 (1⅜)
270–323	80–95	19,05 (¾)	34,92 (1⅜)
324–567	95–150	19,05 (¾)	41,27 (1⅝)

* В зависимости от суммы индексов (производительности по холоду) обслуживаемых внутренних блоков.

Перспективные решения при проектировании фреоновых трубопроводов

Как было уже отмечено выше, классическая методика подбора трубопроводов по индексам является укрупнённой и несколько ограниченной, так как не учитывает множество важных факторов. С другой стороны, реальные объекты кондиционирования зачастую требуют технических решений, не вписывающихся в существующие ограничения на проектирование VRF-систем. И тогда возникает закономерный вопрос: *«А что будет, если превысить длину трубопроводов, перепад высот, расстояние между тройниками и так далее?!»*

Сразу необходимо отметить: чем меньше длина трубопроводов, меньше перепад высот — тем лучше. В целом — чем ближе с точки зрения фреонового контура находятся наружные блоки к внутренним, тем лучше. Однако попробуем всё-таки ответить на эти вполне актуальные вопросы и рассмотреть физический смысл накладываемых ограничений.

Определение диаметров трубопроводов производят по расчётным участкам. Расчётный участок трубопровода — это трубопровод с неизменным расходом фреона по всей длине. Как правило, он ограничен с обеих сторон тройниками или блоками VRF-системы

1. Фактическая длина трубопроводов (длина жидкостных трубопроводов от наружного блока до самого удалённого внутреннего) — 150 м

При работе VRF-системы возникают гидравлические потери давления в циркуляционных трубопроводах по длине и на местных сопротивлениях (тройники, повороты). Если обратить внимание на стандартную длину жидкостных трубопроводов, для которой приводятся характеристики наружных блоков в каталогах производителей, то она достаточно мала — 7,5 м. Фактическая длина главного трубопровода (то есть трубопровода от наружного блока до самого удалённого внутреннего) зачастую значительно больше — до 150 м. Следовательно, фактические потери давления в системе должны быть значительно больше. Однако особенностью систем автоматического регулирования VRF-кондиционеров является поддержание определённого давления на выходе и входе наружного блока.

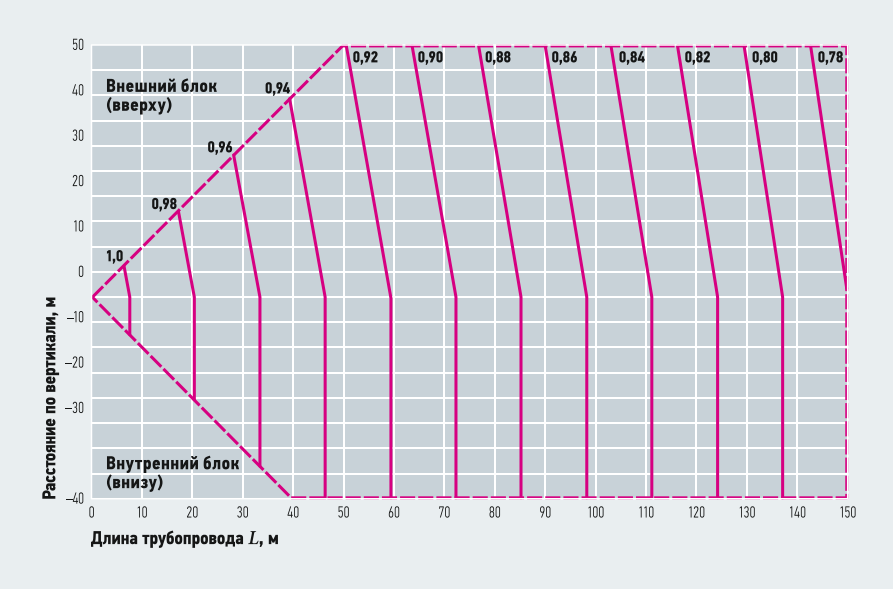


Рис. 2. График изменения мощности охлаждения наружного блока VRF

Потери давления в системе зависят не только от длины трубопроводов, а также от расхода фреона и гидравлической характеристики сети:

$$p_1 - p_2 = k_{гидр} G^2_{нар}. \quad (1)$$

Таким образом, при увеличении длины магистралей выше номинала 7,5 м происходит увеличение гидравлической характеристики сети и, соответственно, уменьшение расхода фреона в системе. Наружный блок уменьшает общий расход фреона, сохраняя перепад давления в системе.

Пропорционально уменьшению расхода фреона происходит уменьшение производительности наружного блока (рис. 2). Величина потерь по длине зависит от конкретного производителя и является показателем эффективности работы фреонового контура системы.

Поэтому основная проблема VRF-систем с длинным главным трубопроводом — уменьшение фактической мощности наружного блока (у разных производителей от 15 до 35%). Следовательно, при увеличении главного трубопровода свыше 160 м возникнут потери мощности в системе больше указанных на графиках производительности. Как этого избежать?

Потери давления в сети фреонопроводов в значительной степени зависят от скорости движения хладагента. Поэтому самый простой и правильный путь снижения потерь давления, а, соответственно, и потерь мощности наружного блока, — увеличение диаметра жидкостного и газового трубопроводов. Потери давления на участке трубопровода при турбулентном движении фреона пропорциональны квадрату скорости потока. Увеличение диаметра коллекторного фреонопровода на один типоразмер приводит фактически к снижению потерь мощности в два раза. Именно поэтому многие компания рекомендуют на длинных трубопроводах использовать увеличенные диаметры газового трубопровода с целью уменьшить потери мощности наружного блока.

Характерно, что подобный метод не всегда применим в сплит-системах. Дело в том, что снижая скорость движения фреона в газовом трубопроводе, мы не только уменьшаем потери давления, но также ухудшаем процесс возврата фреонового масла в наружный блок. Для большинства систем VRF возврат масла в наружный блок менее актуален, так как в их конструкции присутствует система маслоотделения, которая фактически оставляет масло в единственно нужном месте — в компрессорах.

Итого вывод: увеличение длин трубопроводов в системе VRF выше предельных значений допустимо, но его необходимо компенсировать, увеличивая диаметры коллекторных (жидкостных и газовых) трубопроводов.

2. Общая длина трубопроводов (суммарная длина всех жидкостных трубопроводов в системе) — 1000 м

Эта величина не зависит от параметров работы компрессорного узла, так как на величину потерь давления в системе влияет только главное циркуляционное кольцо. Потери давления в более коротких ответвлениях будут всегда меньше. Физический смысл данного ограничения сводится к объёму ресивера наружного блока (рис. 3).

Дело в том, что при максимальной загрузке всех внутренних блоков все жидкостные трубопроводы системы и часть испарителя внутренних блоков заполнены жидким фреоном. Однако, когда система работает с неполной нагрузкой, часть трубопроводов и неработающие внутренние блоки содержат только газообразный хладагент. Следовательно, невостребованный системой жидкий хладагент должен находиться в ресивере наружного блока. Следует отметить, что данная величина на реальных объектах оказывается не критичной, и общей длины трубопроводов 1000 м практически всегда хватает.

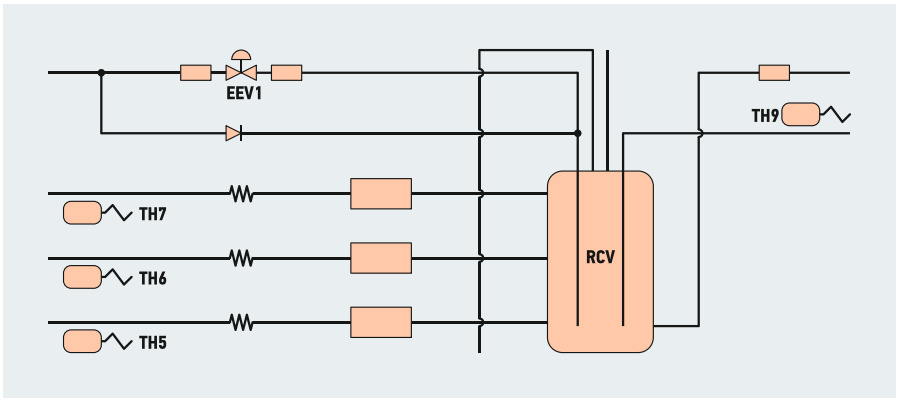


Рис. 3. Ресивер с контролем уровня заполнения VRF-системы

3. Длина трубопроводов от первого тройника до последнего внутреннего блока — 40 (90) м

Физический смысл данного ограничения сводится к выравниванию потерь давления в ответвлениях системы. Если выбор диаметра трубопроводов производится без учёта их длины, тогда длина ответвлений должна быть примерно одинакова — с целью обеспечения равных потерь давления на всех ответвлениях. Иногда в реальных системах требуется сделать ответвление достаточно близко к наружному блоку и расстояние от первого тройника до последнего блока может быть больше номинальных величин. Следовательно, для нормальной циркуляции фреона мы должны увеличить удельные потери давления на первом (ближайшем к наружному блоку) ответвлении. Делается это (как один из вариантов) с помощью уменьшения на типоразмер диаметра жидкостного трубопровода между внутренним блоком и тройником.

4. Перепад высот между внутренними и наружным блоками 50 (110) м

Очень часто при кондиционировании высотных зданий требуется установка наружных блоков вверху — на крыше здания или внизу — на уровне земли. При этом возникает большой перепад по высоте между внутренними и наружным блоками. Давайте рассмотрим, какие проблемы возникают при установке наружных блоков значительно выше или ниже внутренних.

Вариант 1 — наружный блок устанавливается ниже внутренних. В этом случае в режиме охлаждения наружный блок подаёт жидкий хладагент вверх, а газообразный — возвращается вниз к наружному блоку. Следовательно, компрессору приходится преодолевать гидростатическое давление жидкого хладагента, плотность которого значительно выше, чем газообразного, в результате чего производительность наружного блока снижается. Как правило, максимальный перепад высоты в данном случае составляет 40 м. Что произойдёт с системой, если увеличить этот перепад, например до 100 м? Давайте найдём ответ на этот вопрос.

Произойдёт увеличение потерь давления в системе и, соответственно, снижение максимальной производительности наружного блока. Если обратить внимание на график изменения мощности наружного блока в зависимости от высоты и длины трубопроводов, то можно определить коэффициент коррекции мощности по высоте. Потери производительности носят линейный характер и составляют около 1% на каждые 10 м перепада высоты. Соответственно, на 100 м перепада высоты наружный блок снизит свою производительность примерно на 10% дополнительно к потерям мощности по длине.

Теперь определим потери давления. Плотность жидкого фреона R410A при температуре +5°С составляет приблизительно 1151 кг/м³. При перепаде высоты между внутренним и наружным блоками 100 м гидростатический напор составит 1129 кПа или около 11 атм:

$$\Delta p = \rho g \Delta H = 1151 \times 9{,}81 \times 100 = 1129 \text{ кПа}. \quad (2)$$

Сравнивая эту величину с разницей между давлением конденсации в наружном блоке и давлением испарения во внутренних блоках (около 19 атм), видно, что даже при перепаде высот 100 м дополнительно необходимо дросселировать 8 атм. Соответственно, перепад высот 100 м (наружный блок ниже) не критичен для работы VRF-системы. Когда наружный блок выше, теоретической перепад высот может быть значительно больше 100 м (если «забыть» про проблему возврата масла).

Ещё одна проблема при большом перепаде высоты между элементами холодильного контура — возврат масла в компрессор наружного блока. Отделение масла от фреона происходит только в газовом трубопроводе. Но в рассматриваемом случае поток масла будет самотёком спускаться вниз вместе с газообразным хладагентом — к наружному блоку, так что проблем с возвратом масла в компрессор также нет.

При переключении наружного блока в режим обогрева движение хладагента происходит в обратном направлении. С точки зрения производительности это хорошо — вверх поднимается газ, вниз поступает жидкость, гидростатическое давление «помогает» движению фреона.

При втором варианте наружный блок устанавливается выше внутренних на 100 м. Происходят обратные процессы: в режиме холода давление компрессора совпадает с направлением гидростатического напора в системе, поэтому производительность наружного блока по холоду даже увеличивается

Производительность наружного блока не падает. Однако с точки зрения возврата масла в компрессор это не очень хорошо. На вертикальном подъёме может возникнуть ситуация, когда масло не сможет подняться по фреоновому трубопроводу и будет накапливаться в нём. Для возврата масла в компрессор VRF-система использует две технологии.

Первая технология — в конструкции наружного блока предусмотрен сепаратор масла. Он стоит на выходе из компрессора и отделяет масло из потока фреона. После чего масло вновь подаётся на всасывание компрессора. Эффективность этого устройства высока, но всё равно небольшая часть масла уходит в систему. Для его возврата предусмотрен другой метод — включается режим возврата масла.

Вторая технология возврата масла реализуется следующим образом. Каждые 12 часов работы система включается в режиме максимального холода, все клапаны на внутренних блоках открываются, но вентиляторы не включаются. В результате жидкий фреон проходит через внутренний блок, не испаряясь, и жидким поступает в газовый трубопровод, вымывая масло из внутренних блоков и части газовых трубопроводов обратно в наружный блок.

Вариант 2 — наружный блок устанавливается выше внутренних на 100 м. Происходят обратные процессы: в режиме холода давление компрессора совпадает с направлением гидростатического напора в системе, поэтому производительность наружного блока по холоду даже увеличивается. Однако проблема возврата масла в наружный блок требует внимательного отношения к диаметрам газового трубопровода (они не должны быть завышены), через каждые 30 м перепада на газовом трубопроводе рекомендуется ставить маслоподъёмные петли.

В режиме тепла происходят дополнительные потери производительности наружного блока в пределах 10% от номинальных значений.

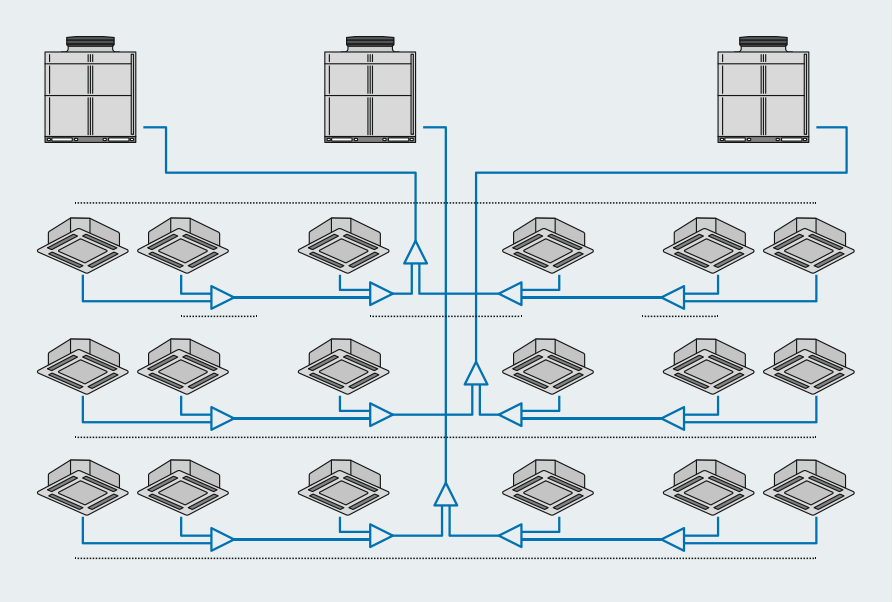


Рис. 4. Горизонтальная (рекомендуемая) обвязка внутренних блоков систем VRF

5. Перепад высот между внутренними блоками 15 м

Сравнивая конфигурацию систем VRF с более простыми и понятными системами водяного отопления, нужно отметить разный подход к обвязке трубопроводами внутренних блоков (рис. 4).

Для систем VRF характерна горизонтальная обвязка внутренних блоков, а для систем водяного отопления — преимущественно вертикальные коллекторные трубопроводы. Эта разница объясняется разным фазовым составом энергоносителя. Вода в системах отопления — это всегда жидкость с примерно одинаковой плотностью. А фреон на входе во внутренний блок — это жидкость (а на больших длинах трубопроводов — смесь жидкости и газа), на выходе из внутреннего блока — газ. Поэтому для систем VRF критично равномерное поступление потоков во внутренние блоки. Например, даже установка тройников только горизонтальна — чтобы разделение потоков происходило равномерно.

Рис. 5. Пайка с азотом (вверху) и без азота

В случае большой разницы по высоте между внутренними блоками возникает неравномерное поступление хладагента к ним, и может провоцироваться ситуация, когда нижние внутренние блоки будут работать значительно лучше на холод, чем верхние. Особенно это критично в случае наружных блоков меньшего типоразмера, чем необходимо. Принципиально делать большой перепад (более 15 м) между внутренними блоками возможно, но тогда принимать производительность наружного блока нужно равной производительности внутренних.

Установка фреоновых фильтров

Ещё один нюанс, на который нужно обратить внимание, — это установка фильтров механической очистки на газовом трубопроводе перед наружным блоком. Дело в том, что если строго выполнять все рекомендации при пайке трубопроводов, то фильтры не нужны. Но мы живём в России, поэтому часто бывает, к сожалению, что либо пайка под азотом не выполнялась, либо трубы были перекалены, но в системе после пайки остаётся много окалины (рис. 5).

Эта окалина в процессе работы системы благополучно собирается фреоном и возвращается в наружный блок по газовой трубе. В наружном блоке есть фильтр для улавливания механических примесей, но он небольшой и забивается очень быстро. Поэтому через неделю-две работы система останавливается либо по низкому давлению, либо по перегреву компрессоров из-за недостаточной циркуляции фреона. Для исключения этой ситуации устанавливают дополнительный фильтр на газовую трубу (рис. 6).

В процессе пусконаладки и тестирования системы наружный блок запускается в режиме охлаждения. По жидкостному трубопроводу фреон проходит через все трубопроводы, «собирает» с паяных соединений окалину. Запорный вентиль на основной трубе закрыт, а байпасный — открыт, поэтому газообразный фреон проходит через фильтр и затем уходит в наружный блок. Фильтр собирает окалину из системы. Примерно через три дня работы рекомендуется байпасный вентиль закрыть, а основной открыть, чтобы система перешла в нормальный режим работы. В фильтре всё-таки будут идти дополнительные потери давления. Важно не забывать ещё и о том, что при переключении системы «на тепло» направление движения фреона меняется. Если мы не перекроем перед этим фильтр, то вся бережно собранная грязь из фильтра снова пойдёт обратно в систему. Поэтому режим эксплуатации нашей системы через фильтр — режим охлаждения.

Вывод

Проектирование фреонопроводов для VRF-систем кондиционирования по методикам производителей является достаточно тривиальной задачей и, как правило, не требует сложных инженерных расчётов. В случае нестандартной конфигурации трубопроводов VRF-систем инженер-проектировщик должен понимать физический смысл вводимых ограничений, очень осторожно принимать значения вне рекомендуемых производителем величин, а также компенсировать изменяемые гидравлические характеристики более точным расчётом систем.

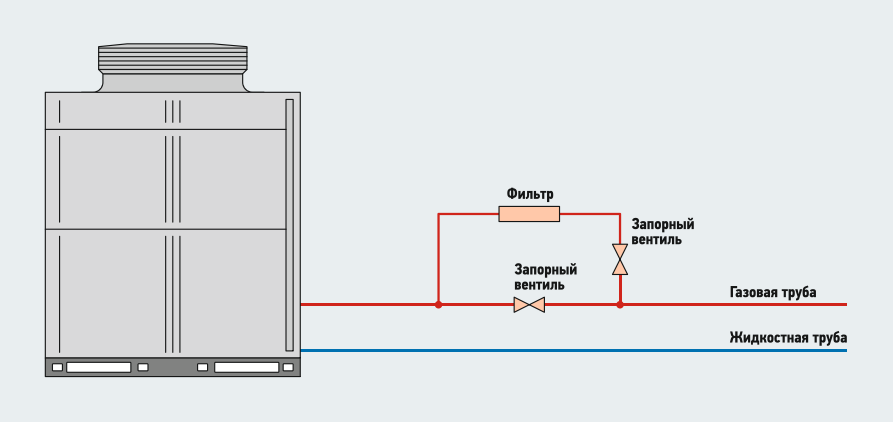


Рис. 6. Установка фильтров на газовый трубопровод

Предлагаемый подход к выбору расчётных параметров климата для тёплого периода года

Рецензия эксперта на статью получена 28.01.2019 [Expert review on the article received January 28, 2019].

Введение. Существующие подходы к выбору расчётных параметров наружной среды

Выбору расчётных параметров наружной среды всегда уделялось большое внимание. В настоящее время это внимание не ослабло [1–3], потому что, во-первых, появляются технологии, требующие точного поддержания параметров внутренней среды, во-вторых, глобальное потепление вызывает необходимость обновления расчётных параметров, в-третьих, изменения климата влекут за собой потребность введения новых подходов к выбору расчётных параметров наружной среды.

В большинстве стран мира и, в частности, в США [4] для выбора мощности систем поддержания внутреннего микроклимата расчётные параметры наружного воздуха выбираются с учётом обеспеченности по времени. Это означает, что параметр в году принимает значения выше расчётного в течение оговорённого обеспеченностью времени в среднем многолетнем разрезе.

В различные годы в рассматриваемой местности значения параметров наружного воздуха, близкие к экстремальным, наблюдаются различное время. Поэтому в отдельные годы период времени с превышением расчётных значений может быть довольно продолжительным, и продолжительным может оказаться время, в которое системы, мощность которых подобрана по расчётным значениям параметра наружной среды, не смогут обеспечить в помещении заданного теплового микроклимата.

В Российской Федерации для холодного периода года расчётную температуру для отопления и для выбора теплозащиты зданий принимают по обеспеченности от года к году. Это означает, что в каждом году многолетнего ряда по определённым правилам выбирается значение температуры (средней наиболее холодной пятидневки каждого года). Затем из ряда выбранных значений температуры по заданной обеспеченности от года к году принимается расчётное значение. То есть выбирается не самая низкая температура наиболее холодной пятидневки, имевшая место в рассматриваемой местности, а с некоторой вероятностью того, что в отдельные годы значение средней температуры наиболее холодной пятидневки может быть ниже выбранного в качестве расчётного.

В России расчётная температура наиболее холодной пятидневки принимается с обеспеченностью 0,98 для уникальных и наиболее ответственных зданий и 0,92 для основной массы зданий, в том числе жилых. На практике рассматривается ряд наблюдений меньше столетнего — обычно около 30 лет [5].

УДК 551+697.9. Научная специальность: 05.23.03.

Предлагаемый подход к выбору расчётных параметров климата для тёплого периода года

Елена Г. Малявина, к.т.н., профессор; **Фам Ван Лыонг**, аспирант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Рассмотрены существующие подходы к выбору расчётных параметров наружной среды для расчёта мощности систем кондиционирования воздуха. Приведены доказательства целесообразности учёта времени превышения расчётного параметра не в среднем из многолетней выборки, а в конкретных годах. Предложено принимать для тёплого периода года обеспеченность от года к году такой же, как принято в РФ для холодного периода года: 0,98 для уникальных зданий и 0,92 для массовой застройки.

Ключевые слова: *температура, энтальпия, обеспеченность от года к году, обеспеченность от средней за многолетний период продолжительности.*

UDC 551+697.9. Number of scientific specialty: 05.23.03.

The proposed approach to selection of the design climate parameters for the warm period of the year

Elena G. Malyavina, PhD, Professor; **Pham Van Lyong**, PhD student, National Research University Moscow State of Civil Engineering (NRU MGSU)

The existing approaches to the choice of design parameters of the external environment to determine the power of air conditioning systems are considered. There are given feasible proofs to take into account the time of exceeding a design parameter value in specific years rather than average ones of the multi-year sampling. It is offered to accept the year-to-year availability of the warm period of the year as it is accepted in the Russian Federation for the cold period of the year.

Key words: *temperature, enthalpy, year-to-year availability, availability from the average one for a multi-year period.*

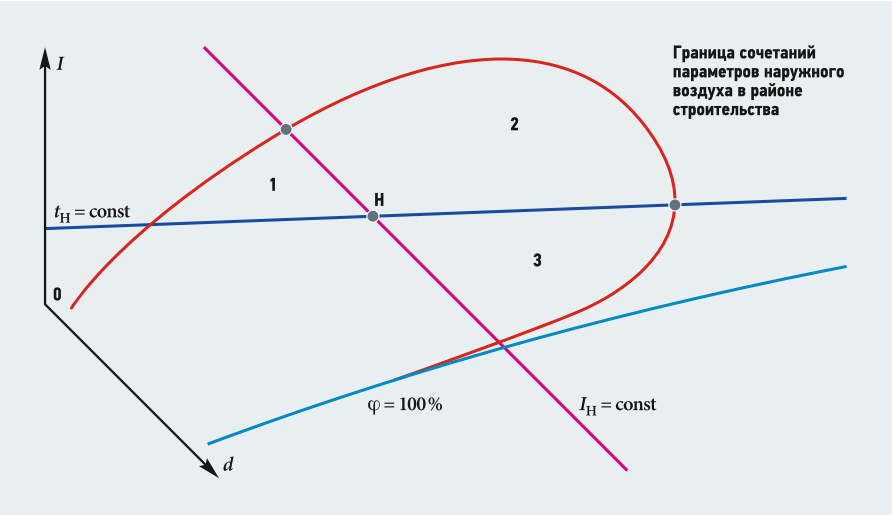


Рис. 1. Схематическое изображение на *i–d*-диаграмме расчётных значений температуры и энтальпии наружного воздуха, полученных по методике раздельной обеспеченности параметров

Профессором Социалистической Республики Вьетнам Чан Нгок Тьян'ом разработана методика обработки температуры и энтальпии наружного воздуха по совместной обеспеченности обоих параметров. Целью разработки методики является нахождение такой расчётной точки $H_р$, при которой зона обеспеченности наблюдения обоих параметров была бы равна требуемой

Методики выбора расчётных температуры и энтальпии наружного воздуха для тёплого периода года с обеспеченностью по времени

В РФ в СП 131.13330.2012 [6] принят общий подход к выбору расчётной точки Н, в которой расчётные значения температуры $t_н$ и энтальпии $i_н$ наружного воздуха принимаются так, что обеспеченность наблюдения каждого из них независимо друг от друга равна требуемой обеспеченности $K_{об}$ (рис. 1). По сути дела, таким образом выбираются независимо друг от друга средние многолетние значения температуры и энтальпии наружного воздуха с определённой необеспеченностью.

В нормативных документах Социалистической Республики Вьетнам [7] профессором Чан Нгок Тьян'ом разработана методика [8] обработки температуры и энтальпии наружного воздуха по совместной обеспеченности обоих параметров. Целью разработки методики по совместной обеспеченности параметров является нахождение такой расчётной точки $H_р$, при которой зона обеспеченности наблюдения обоих параметров (рис. 2) была бы равна требуемой.

Важно отметить, что обе методики, следуя общемировым тенденциям, нацелены на выбор расчётных температуры и энтальпии наружного воздуха, опираясь на обеспеченность по времени. По приведённым выше методикам были определены расчётные значения температуры и энтальпии наружного воздуха, отвечающие различной обеспеченности своего появления от общего числа часов в году по средним многолетним данным для двух городов: Москвы и Ханоя [9]. Для этого были обработаны данные метеостанции ВДНХ за 1984–2011 годы [10] и метеостанции Ханоя [11] за 1985–2014 годы. Результаты обработки представлены в табл. 1.

Сразу отметим, что в таблицах ниже приведены значения параметров наружного воздуха при продолжительности необеспеченности в 35, 50, 100, 200 и 400 часов, и это не означает, что все они предлагаются в качестве расчётных. Они рассматриваются в исследовательских и иллюстративных целях.

Расчётные значения параметров, выбранных по обеспеченности по времени табл. 1

Город	Продолжительность необеспеченности параметров, ч	Коэффициент обеспеченности по времени из общей выборки $K_{об}$	Значения параметров в точке Н		Значения параметров в точке $H_р$	
			температура $t_Н$, °С	энтальпия $i_Н$, кДж/кг	температура $t_{Н_р}$, °С	энтальпия $i_{Н_р}$, кДж/кг
0	1	2	3	4	5	6
Ханой	**35**	0,996	36,3	94,93	36,7	95,07
	50	0,994	36,0	94,29	36,5	94,77
	100	0,989	35,1	92,91	35,8	94,02
	200	0,977	34,1	91,35	35,1	92,73
	400	0,954	33,0	89,42	33,9	90,73
Москва	**35**	0,996	29,5	60,64	30,2	63,09
	50	0,994	28,8	59,51	29,3	62,35
	100	0,989	27,3	57,01	28,3	59,22
	200	0,977	25,4	53,91	26,7	57,40
	400	0,954	23,2	49,94	24,4	50,75

Из табл. 1 видно, что расчётные значения температуры и энтальпии наружного воздуха, полученные по вьетнамской методике при совместной обеспеченности, выше, чем полученные по российской методике. Это объясняется тем, что точка Н образует зоны необеспеченности для температуры 1+2 (рис. 1), а для энтальпии 2+3 (рис. 1) равной продолжительности, а точка $H_р$ образует суммарную для обоих параметров зону необеспеченности той же продолжительности 4+5+6 (рис. 2).

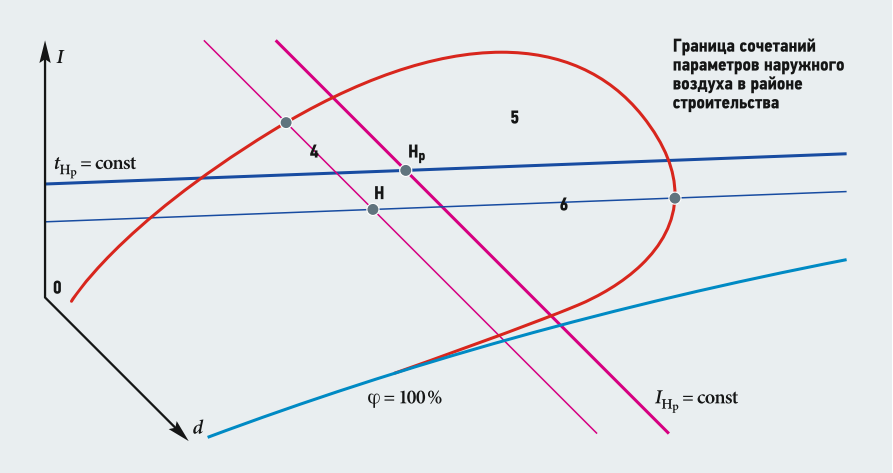


Рис. 2. Схематическое изображение на *i–d*-диаграмме расчётных значений температуры и энтальпии наружного воздуха, полученных по методике совместной обеспеченности параметров

Методики выбора расчётных температуры и энтальпии наружного воздуха для тёплого периода года с обеспеченностью от года к году

Для доказательства необходимости выбора расчётного сочетания температуры и энтальпии наружного воздуха с обеспеченностью от года к году в работе [12] в каждом году были выбраны значения температуры и энтальпии наружного воздуха с различной продолжительностью необеспеченности. Из значений одинаковой продолжительности необеспеченности, взятых из разных лет, были построены функции распределения каждого параметра по обеспеченности от года к году. Оказалось, что в разных линиях одинаковой обеспеченности по времени, состоящих из точек различных лет, порядок этих лет различен. То есть и в Москве, и в Ханое очень редки годы, когда точки с различной обеспеченностью по времени будут относиться к одной обеспеченности от года к году.

Очень важно, что наиболее высокие значения температуры и энтальпии наружного воздуха наблюдаются в различные годы. Есть годы, когда высокие значения параметров значительно превышают средние многолетние значения той же обеспеченности, но время наблюдения этих значений относительно непродолжительно. А есть годы, когда стойко держится высокая температура или энтальпия наружного воздуха, пусть не самых экстремальных значений параметра, но значений, значительно превышающих среднее многолетнее. Оказалось, что в десяти самых жарких годах превышения значений температуры и энтальпии находятся в довольно широких диапазонах времени, которые приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что продолжительности превышения температуры наружного воздуха над расчётным значением в Москве больше, чем в Ханое, но и там они тоже достаточно велики. Это объясняется тем, что московский климат континентальный, а ханойский климат относится к влажному субтропическому. Что касается диапазонов превышения значений энтальпии, то в Москве и Ханое они значительны, отклонения в сторону высоких значений энтальпии тоже свидетельствуют о желательности их учёта.

Предлагается в качестве расчётных значений температуры и энтальпии наружного воздуха принять значения, соответствующие обеспеченностям от года к году 0,98 и 0,92, такие же, как и в холодный период года. В качестве правила отбора значений параметров в каждом году приняты значения параметра с продолжительностями необеспеченности по времени внутри года такими же, как указано в табл. 1.

Фактическая продолжительность необеспеченности* табл. 2

Параметр	Коэффициент обеспеченности $K_{об}$ по времени внутри года				
	0,996	0,994	0,989	0,977	0,954
	Требуемая продолжительность необеспеченности в году, ч				
Москва	**35–35**	**50**	**100**	**200**	**400**
Диапазоны фактической продолжительности необеспеченности средних многолетних значений температуры наружной среды, ч	22–360	41–444	77–608	160–830	370–1130
Диапазоны фактической продолжительности необеспеченности средних многолетних значений энтальпии наружной среды, ч	18–192	18–269	27–469	51–743	135–1129
Ханой					
Диапазоны фактической продолжительности необеспеченности средних многолетних значений температуры наружной среды, ч	28–152	41–185	81–257	151–359	294–692
Диапазоны фактической продолжительности необеспеченности средних многолетних значений энтальпии наружной среды, ч	19–199	30–219	48–325	135–583	312–951

* Средних многолетних значений параметров наружной среды.

Из значений одинаковой продолжительности необеспеченности (из разных лет) были построены функции распределения каждого параметра по обеспеченности от года к году

При независимом выборе значений температуры и энтальпии результаты указаны в табл. 3 в колонках 3 и 4. Они оказались выше не только значений, полученных выбором при раздельной обеспеченности из общей выборки и приведённых в табл. 1 (колонки 3 и 4), но и значений, полученных по совместной обеспеченности, приведённых в той же табл. 1 в колонках 5 и 6. В колонках 5 и 6 табл. 2 приведены данные, полученные по совместной обеспеченности внутри отдельных годов. Они выше значений, полученных по раздельной обеспеченности.

Несоответствие реалиям жизни результатов методик выбора расчётных значений параметров наружного воздуха по раздельной или совместной обеспеченности (вне зависимости из общей выборки или от года к году) заключается в том, что они назначаются без учёта одновременного их появления. Так как предлагаемые расчётные значения параметров оказались существенно выше применяемых на практике, в табл. 3 в колонке 7 представлены значения энтальпии, наблюдавшейся одновременно со значениями температуры, приведённой в колонке 3, а в колонке 8 — значения температуры, имевшей место одновременно с энтальпией из колонки 4. Эти значения оказались значительно выше всех предлагаемых, что только подтверждает необходимость ужесточать нормирование значений расчётных параметров в тёплый период года.

Заключение

1. Расчётные значения температуры и энтальпии, полученные по различным методикам обработки метеорологических данных, по-разному оценивают обеспеченность процесса кондиционирования воздуха. Обеспеченность температуры по российской методике соответствует обеспеченности расчётного расхода приточного воздуха, а обеспеченность энтальпии — обеспеченности холодопроизводительности воздухоохладителя. Обеспеченность значений тех же параметров по вьетнамской методике соответствует обеспеченности общего процесса кондиционирования воздуха.

2. Так как в отдельные годы продолжительности необеспеченности выбранных значений параметров заметно отличаются друг от друга, предложена методика выбора расчётных параметров наружной среды с учётом обеспеченности от года к году. Эта методика предполагает выбор в каждом году значений температуры и энтальпии наружного воздуха независимо друг от друга с определённой необеспеченностью по времени, а потом для каждой необеспеченности по времени выбирается значение из года, отвечающего обеспеченности от года к году, соответствующей строящемуся объекту.

3. Так как для Москвы предлагаемые расчётные температура (29,0 °С) и энтальпия (59,8 кДж/кг) близки к значениям, применяемым ранее (28,5 °С), предлагается нормирование параметров наружной среды в тёплый период года для зданий массовой застройки вести по продолжительности необеспеченности 100 часов в отдельных годах.

Расчётные значения параметров, выбранных по обеспеченности от года к году — табл. 3

Время превышения параметров, ч	Коэфф. обеспеченности по времени внутри каждого года $K_{об}$	Значения параметров в точке Н		Значения параметров в точке $Н_р$		Значения параметров одновременных	
		температура $t_Н$, °С	энтальпия $i_Н$, кДж/кг	температура $t_{Нр}$, °С	энтальпия $i_{Нр}$, кДж/кг	энтальпия, кДж/кг	температура, °С
1	2	3	4	5	6	7	8
Ханой. При обеспеченности от года к году 0,98							
35	0,996	37,4	96,6	38,1	97,2	102,6	38,8
50	0,994	37,0	95,9	37,8	96,7	102,6	39,1
100	0,989	36,3	94,7	37,0	95,0	102,5	39,1
200	0,977	34,9	93,4	36,3	93,5	102,5	39,0
400	0,954	33,5	91,5	34,9	91,7	101,8	38,8
Ханой. При обеспеченности от года к году 0,92							
35	0,996	36,7 / 36,2	95,4	37,2	95,5	99,4	39,1
50	0,994	36,3	94,7	37,1	95,1	99,4	39,1
100	0,989	35,4	93,3	36,2	93,5	98,8	39,2
200	0,977	34,4	91,8	35,4	92,2	96,3	39,0
400	0,954	33,4	89,8	34,4	90,4	98,0	38,6
Москва. При обеспеченности от года к году 0,98							
35	0,996	33,5	65,5	34,2	65,7	73,5	35,4
50	0,994	33,0	64,8	33,7	65,2	73,5	34,8
100	0,989	31,4	62,6	32,8	62,7	69,9	34,4
200	0,977	29,5	59,7	30,7	59,9	67,7	33,4
400	0,954	27,1	55,9	29,3	56,7	65,4	33,6
Москва. При обеспеченности от года к году 0,92							
35	0,996	30,7	63,4	32,1	64,5	68,1	33,1
50	0,994	30,1	62,1	31,0	62,6	65,8	33,1
100	0,989	29,0	59,8	30,0	62,4	65,3	31,7
200	0,977	27,5	56,8	28,9	57,1	64,5	30,8
400	0,954	25,2	53,8	26,6	54,6	65,3	31,3

1. Табунщиков Ю.А., Акопов Б.А. Энергетические возможности наружного климата // Энергосбережение, 2008. №4. С. 51–55.
2. Сынков И.В., Гоголев Н.А., Прусова Ж.В. Особенности выбора климатических параметров при проектировании систем холодоснабжения СКВ // АВОК, 2016. №3. С. 64–71.
3. Костин В.И. Выбор параметров наружного воздуха для переходных условий при расчёте систем климатизации // Известия вузов. Серия: Строительство, 2014. №2. С. 57–60.
4. ASHRAE Handbook Fundamentals (ASHRAE 2017). American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Inc. Atalanta, USA. 2017.
5. Фасолько Д.В., Кобышева Н.В. Климатическое обеспечение высотных зданий // Труды Гл. геофиз. обсерватории им. А.И. Воейкова, 2017. №584. С. 113–122.
6. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализ. ред. СНиП 23-01–99*. — М.: Минрегионразвития РФ, 2012.
7. TCVN 5687.2010. Tiêu chuẩn quốc gia. Thông gió — điều hòa không khí [Вентиляция, кондиционирование воздуха]. — Hà Nội [Ханой]: Tiêu chuẩn thiết kế [Стандарты проектирования], 2010. [На вьетн. языке]
8. Trần Ngọc Chấn [Чан Нгок Тьан]. Điều hòa không khí [Кондиционирование воздуха]. — Hà Nội [Ханой]: Nhà xuất bản xây dựng [Изд-во «Строительство»], 2002. [На вьетн. языке]
9. Малявина Е.Г., Фам Ван Лыонг. Выбор расчётных температуры и энтальпии наружного воздуха по заданной обеспеченности // Журнал С.О.К., 2017. №12. С. 74–76.
10. Данные о состоянии природной среды. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации — Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД). Режим доступа: meteo.ru. Дата обращ.: 10.03.2014.
11. Метеорологическое и гидрологическое управление Вьетнама. Режим доступа: kttvqg.gov.vn. Дата обращ.: 10.09.2016.
12. Малявина Е.Г., Маликова О.Ю., Фам Ван Лыонг. Метод выбора расчётных температуры и энтальпии наружного воздуха в тёплый период года // АВОК, 2018. №3. С. 60–64.

References — see page 95.

Возможности снижения расчётного воздухообмена в общественных зданиях при автоматизации климатических систем

Рецензия эксперта на статью получена 15.10.2018 [Expert review on the article received October 15, 2018].

В настоящее время при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и их инженерных систем используется значительное количество энергосберегающих мероприятий, касающихся как ограждающих конструкций, так и непосредственно оборудования для отопления и обработки приточного воздуха. Многие из подобных решений относятся к малозатратным и быстроокупаемым и поэтому могут быть эффективно реализованы даже в условиях недостаточно стабильной рыночной экономики. Одним из таких мероприятий является снижение расчётного воздухообмена в автоматизированных системах вентиляции и кондиционирования воздуха (СВ и КВ). В этом случае за счёт совместного использования собственной теплоустойчивости помещения и регулирующего воздействия систем автоматического управления удаётся сократить установочную тепло- (холодо) производительность вентиляционного оборудования по сравнению с максимальным в течение суток значением теплоизбытков, и в той же пропорции снижается требуемый расход воздуха [1].

Вопрос расчёта нестационарного теплового режима вентилируемого помещения и определения расчётной мощности СВ и КВ в указанных условиях является достаточно сложным. Он рассматривался рядом исследователей, как в нашей стране, так и за рубежом, и из опубликованных в последнее время источников интерес представляют, в частности, работы [2–8]. В основном здесь применяются численные методы анализа переходных и аварийных режимов и их моделирования. Однако получаемые при этом результаты, как правило, трудно использовать в инженерной практике либо из-за сложности [5–6] либо, наоборот, чрезмерной грубости [8], или же вследствие преимущественно описательного характера публикации [2–4].

Вопрос расчёта нестационарного теплового режима вентилируемого помещения и определения расчётной мощности систем вентиляции и кондиционирования воздуха в указанных условиях является достаточно сложным. Он рассматривался рядом исследователей, как в нашей стране, так и за рубежом

УДК 697. 1. Научная специальность: 05.23.03.

Возможности снижения расчётного воздухообмена в общественных зданиях при автоматизации климатических систем

Олег Д. Самарин, к.т.н., доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); **Светлана С. Азивская**, ведущий инженер, ООО «ГазпромТрансгазМосква»

В работе рассмотрены основы определения расчётной величины переменных тепловых возмущений для вычисления требуемого воздухообмена в помещении, оборудованном автоматизированной системой вентиляции или кондиционирования воздуха. Дан обзор некоторых отечественных и зарубежных работ, выполненных в данной области за последние годы, и отмечены их основные достоинства и недостатки. Приведена методика вычисления коэффициента ассимиляции переменных теплоизбытков и теплопотерь, уточнённая по данным предыдущих исследований авторов, и представлены результаты расчётов по этой методике для группы из 14 общественных зданий различного назначения, формы и размеров. Выявлены реальные пределы изменения коэффициента ассимиляции и возможности сокращения требуемого воздухообмена за счёт совместного учёта собственной теплоустойчивости вентилируемого помещения и управляющего воздействия системы автоматизации.

Ключевые слова: *воздухообмен, теплоизбытки, коэффициент ассимиляции, теплоустойчивость, амплитуда, регулирование.*

UDC 697.1. Number of scientific specialty: 05.23.03.

The possibility of reducing the design air flow in public buildings at the automation of HVAC systems

Oleg D. Samarin, PhD, Assistant Professor, Moscow State National Research University of Civil Engineering (NRU MGSU); **Svetlana S. Azivskaya**, Leading Engineer, "GazpromTransgazMoskva", Ltd.

The paper considers the basis for determining the calculated value of variable thermal perturbations for the calculation of the required air flow in a room equipped with an automated ventilation or air conditioning system. The review of some domestic and foreign works carried out in this area in recent years is given, and their main advantages and disadvantages are noted. The method of calculation of the assimilation factor of variable heat ingress and heat loss, refined according to the previous research of the authors, is shown and the results of calculations by this method for a group of fourteen public buildings of different purposes, shapes and sizes are presented. The real limits of the assimilation factor change and the possibility of reducing the required air flow due to the joint account of the own thermal stability of the ventilated room and the control action of the automation system are revealed.

Key words: *air flow, heat excess, assimilation factor, thermal stability, amplitude, control.*

Авторами в работе [9] на основе сочетания численных и аналитических подходов к расчёту переходных процессов в помещении, обслуживаемом автоматизированными СВ и КВ, получены уточнённые по сравнению с [1] зависимости для коэффициента ассимиляции тепловых возмущений $K_{асс}$, который показывает долю переменных теплоизбытков или теплопотерь, учитываемых при вычислении их расчётных значений $Q_{расч}$ [Вт], необходимых при определении расчётного воздухообмена помещения:

$$Q_{расч} = Q_{ср} + K_{асс} A_q, \qquad (1)$$

где $Q_{ср}$ — среднее за период колебаний (как правило, за сутки) значение теплового возмущения, Вт; A_q — амплитуда его колебаний, Вт. По физическому смыслу всегда $K_{асс} < 1$. Однако его реальный уровень при этом был найден лишь для одного помещения, для которого и проводились соответствующие исследования.

Тем не менее, представляет интерес вопрос о порядке получаемых при этом значений и о соответствующих возможностях по снижению расчётного значения теплоизбытков и воздухообмена за счёт применения рассмотренного подхода в большой группе объектов. Поэтому авторами были проведены расчёты для 14-ти общественных зданий, имеющих различный отапливаемый объём $V_{от}$, расчётную площадь $A_р$ и относящихся к разным категориям по ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». Конструктивные параметры данных объектов принимались по соответствующим чертежам [10]. С целью определения необходимых для расчёта исходных данных по теплопоступлениям были использованы сведения, приведённые в работе [11], а именно — значения удельной характеристики теплопоступлений в здание от солнечной радиации $k_{рад}$ и удельной характеристики бытовых тепловыделений здания $k_{быт}$. Там же были указаны значения градусо-суток отопительного периода ГСОП, что позволило найти среднюю по зданию разность температуры внутреннего и наружного воздуха:

$$\Delta t = t_в - t_{от} = ГСОП / z_{от},$$

где $z_{от} = 205$ суток — продолжительность отопительного периода по данным СП 131.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП 23-01–99* «Строительная климатология») для Москвы.

Тогда, в соответствии с определением величин $k_{рад}$ и $k_{быт}$, указанным в актуализированной редакции СП 50.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий»), средний в течение отопительного периода уровень $Q_{ср}$, отнесённый к единице отапливаемого объёма, может быть вычислен как произведение $(k_{рад} + k_{быт})\Delta t$. Чтобы затем привести его к единице расчётной площади, результат следует ещё умножить на высоту этажа. В расчётах она принималась равной 3,3 м для всех исследованных зданий. В соответствии с предложениями [1], амплитуду A_q можно принять в таком же размере.

Теперь по [1] определяем динамический коэффициент регулирования системы вентиляции и кондиционирования:

$$R_{дин} = \frac{A_{t_в} P_{пом}}{A_q} \text{ [1].}$$

Необходимую для этого амплитуду колебаний внутренней температуры $A_{t_в}$ берём как половину оптимального диапазона по ГОСТ 30494, и для категорий, соответствующих преобладающему типу помещений во всех зданиях, она будет равна 1 °С, а в качестве показателя теплопоглощения помещения $P_{пом}$, определяющего его собственную теплоустойчивость, используем его удельную величину $P_{уд}$ для принятой конструкции слоёв ограждений, обращённых в помещение, по данным [1].

Авторами были проведены расчёты для 14-ти общественных зданий, имеющих различный отапливаемый объём, расчётную площадь и относящихся к разным категориям по ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». Конструктивные параметры данных объектов принимались по соответствующим чертежам

Таким образом, по физическому смыслу $R_{дин}$ представляет собой отношение допустимой величины $A_{t_в}$ к той, которая фактически будет наблюдаться в помещении в отсутствие автоматического регулирования СВ и КВ, то есть $A_q / P_{пом}$.

Необходимо только учесть, что если величина A_q была отнесена именно к площади пола, то в формировании показателя $P_{уд}$ принимают участие все ограждающие конструкции. Поэтому его значение нужно умножать примерно на 2⅓, поскольку поверхность потолка имеет такое же значение, как у пола, а наружные стены и окна в рассматриваемой группе объектов в среднем имеют площадь в три раза ниже.

Результаты расчёта коэффициента ассимиляции переменных теплопоступлений для группы общественных зданий табл. 1

Параметр / номер здания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$V_{от}$, м³	2034	5392	6125	4050	7056	3680	15790	25160	30960	3940	3130	2470	22440	7200
$A_р$, м²	644,4	1260	1452	120	2200	1000	4230	6140	4800	1400	1025	612	6100	2500
$k_{рад}$, Вт/(м³·К)	0,097	0,019	0,049	0,047	0,039	0,051	0,025	0,025	0,018	0,059	0,066	0,076	0,056	0,031
$k_{быт}$, Вт/(м³·К)	0,091	0,091	0,159	0,095	0,07	0,067	0,092	0,085	0,219	0,144	0,157	0,133	0,167	0,163
ГСОП, К·сут.	4551	4141	4756	4141	4756	4756	3731	3731	4141	4141	4551	4141	4551	4551
$\Delta t = t_в - t_{от}$, К	22,2	20,2	23,2	20,2	23,2	23,2	18,2	18,2	20,2	20,2	22,2	20,2	22,2	22,2
$Q_{ср}$, Вт/м³	4,17	2,22	4,83	2,87	2,53	2,74	2,13	2,00	4,79	4,10	4,95	4,22	4,95	4,31
$Q_{ср} = A_q$, Вт/м²	13,77	7,33	15,92	9,47	8,35	9,03	7,03	6,61	15,80	13,53	16,34	13,93	16,34	14,21
$P_{уд}$, Вт/(м²·К)	1,61	1,7	1,67	1,7	1,67	1,67	1,7	1,7	1,7	1,7	1,61	1,7	1,61	1,61
$A_{t_в}$, К	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$R_{дин}$	0,273	0,541	0,245	0,419	0,467	0,431	0,564	0,600	0,251	0,293	0,230	0,285	0,230	0,264
$\Sigma(YF)/\Sigma(\alpha F)$	4,1	5,7	5,0	5,7	5,0	5,0	5,7	5,7	5,7	5,7	4,1	5,7	4,1	4,4
$B_о$ при $q_к = 0,4$	0,518	0,490	0,500	0,490	0,500	0,500	0,490	0,490	0,490	0,490	0,518	0,490	0,518	0,511
$K_{асс}$	0,391	0,251	0,390	0,305	0,290	0,306	0,241	0,225	0,379	0,360	0,411	0,364	0,411	0,390

Далее при характерной доле конвективной составляющей в переменных теплопоступлениях $q_к = 0,4$ вычисляем параметр $B_о$, учитывающий ассимиляцию лучистых теплоизбытков конвективным тепловым воздействием автоматизированной климатической системы [9]:

$$B_о = \frac{1 + q_к \dfrac{\Sigma(YF)}{\Sigma(\alpha F)}}{1 + \dfrac{\Sigma(YF)}{\Sigma(\alpha F)}}. \qquad (2)$$

При этом учитывается отношение показателей теплоусвоения ограждений помещения и конвективного теплообмена на их поверхностях $\Sigma(YF)/\Sigma(\alpha F)$, которое также принимается по сведениям [2], в соответствии с принятым материалом слоёв конструкций, обращённых в помещение, и находим окончательно величину $K_{асс}$ по формуле (3) [1, 9], справедливой при $R_{дин} < 0,75$:

$$K_{асс} = (1 - 0,9R_{дин})B_о. \qquad (3)$$

Результаты вычислений приведены в табл. 1.

Нетрудно заметить, что во всех исследуемых случаях $K_{асс}$ лежит в пределах примерно от 0,2 до 0,4. Таким образом, в соответствии с соотношением (1) учёт совместного влияния собственной теплоустойчивости помещения и автоматического регулирования СВ и КВ, даже при достаточно жёстких ограничениях на допустимое отклонение $t_в$, позволяет снизить расчётную величину теплопоступлений, а значит, и воздухообмена примерно на 30–40 % по сравнению с их максимальным уровнем. Это дополнительно подтверждает данные [1], полученные на примере одного объекта, и показывает, что рассматриваемая методика даёт физически обоснованные результаты.

1. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность. — М.: Изд-во АСВ, 2014. 296 с.
2. Дорошенко А.В. Имитационная термодинамическая модель здания // Бюллетень строительной техники, 2017. №12. С. 42–43.
3. Марьясин О.Ю., Колодкина А.С. Управление тепловым режимом зданий с использованием прогнозирующих моделей // Вестник СамГТУ. Серия: Технические науки, 2017. №1. С. 122–132.
4. Панферов В.И. Об экономии теплоты при автоматизации систем отопления зданий // Вестник ЮУрГУ. Серия: Строительство и архитектура, 2016. Т. 16. №2. С. 52–57.
5. Рафальская Т.А., Березка А.К., Савенков А.А. Теоретическое исследование теплозащиты ограждающих конструкций зданий при аварийном теплоснабжении. В сб.: Актуальные вопросы архитектуры и строительства. Мат. X Всеросс. науч.-техн. конф. — Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2017. С. 213–218.
6. Rafalskaya T.A. Reliability and controllability of systems of centralized heat supply. Eastern European Scientific Journal. 2016. No. 2. Pp. 228–235.
7. De Rosa M., Bianco V., Scarpa F., Tagliafico L.A. Modelling of energy consumption in buildings: an assessment of static and dynamic models. Russian Journal of Construction Science and Technology. 2016. Vol. 2. No. 1. Pp. 12–24.
8. Gabrielaitiene I. Numerical simulation of a district heating system with emphases on transient temperature behavior. Proc. of the 8th International Conference "Environmental Engineering". Vilnius, Lithuania. Publishing House of the Vilnius Gediminas Technical University. 2011. Vol. 2. Pp. 747–754.
9. Самарин О.Д., Азивская С.С. О численном расчёте коэффициента ассимиляции переменных теплопоступлений при автоматизации систем обеспечения микроклимата // Инженерно-строительный журнал, 2011. №5. С. 31–33.
10. Строительный каталог. Перечень типовой документации общественных зданий для строительства в городах и посёлках городского типа. — М.: ГУП ЦПП, 1994.
11. Самарин О.Д., Бызов Н.И. Возможности повышения класса энергосбережения общественных зданий за счёт теплоутилизации в системах вентиляции // Журнал С.О.К., 2017. №3. С. 72–75.

References — see page 95.

Результаты применения энергосберегающих мероприятий в «доходных домах» Санкт-Петербурга

В последнее время большое внимание со стороны как учёных, так и властей различных уровней уделяется вопросам энергосбережения. Вопрос об экономии энергоресурсов и их рациональном использовании особенно актуален в период продолжительного экономического кризиса.

Авторы: М.А. РАЗАКОВ, сотрудник кафедры теплогазоснабжения и вентиляции (ТГВ), Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); Е.В. РУДАКОВА, студент; Г.А. РЯБЕВ, аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ)

С утверждением Федерального закона РФ №261-ФЗ от 23 ноября 2009 года «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ энергосбережение переходит в рамки обязательного мероприятия для зданий различного назначения. Выполнить такую задачу вполне возможно, однако в условиях снижения финансирования бюджетных учреждений придётся искать источники денежных поступлений. В связи с этим актуален поиск новых малозатратных технологий энергосбережения, требующих минимальный объём финансирования [1].

В соответствии с данным федеральным законом необходимо обеспечить снижение объёма потребления зданиями энергетических ресурсов. Для решения этой проблемы можно предусмотреть снижение тепловых потерь через ограждающие конструкции за счёт их утепления. Но здания, имеющие архитектурно-историческую ценность, практически невозможно утеплить с внешней стороны, и, следовательно, их утепление осуществляется с внутренней стороны за счёт сокращения площади помещений.

Одним из самых красивых и уникальных с точки зрения наследия российских городов является Санкт-Петербург. Он объединил в себе различные архитектурные стили зданий и сооружений. Несомненно, так называемые «доходные дома*», построенные в центре города до начала XX века, дополняют исторический облик города [2, 3]. Согласно «Региональной программе капитального ремонта», принятой Жилищным комитетом администрации Санкт-Петербурга, часть средств

Здания, имеющие архитектурно-историческую ценность, практически невозможно утеплить с внешней стороны. Их утепление осуществляется с внутренней стороны за счёт сокращения площади помещений

запланирована на повышение теплотехнических характеристик ограждающих конструкций именно доходных домов [4].

Целями данной работы являются поиск наиболее рациональных современных материалов для повышения сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций, а также подбор оптимального сочетания внутренних теплоизоляционных материалов и фасадных отделочных материалов во избежание изменения внешнего вида зданий и сокращения площади помещений «доходных домов». Проектные тепловые потери здания рассчитываются согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

На рис. 1 и 2 представлены знаменитые доходные дома города Санкт-Петербурга [5, 6]. История их весьма увлекательна.

Купец Яков Иванович Акимов-Перетц был сыном грузового извозчика Ивана Ивановича Акимова, происходившего из села Глазово Козельского уезда Калужской губернии — это село есть и сейчас, оно находится к западу от Козельска, у границы Смоленской области. Сын Ивана Акимова Яков служил в Петербурге учеником и слугой у торговца Перетца, богатого, но бездетного. Тот назначил Якова своим наследником с условием прибавления к его фамилии Акимов своей. Получилось Акимов-Перетц. Позднее, 14 октября 1883 года,

Рис. 1. Доходный дом купца Я. И. Акимова-Перетца в Санкт-Петербурге

*Доходный дом — тип архитектурного сооружения, многоквартирный жилой дом, построенный для сдачи квартир в аренду, а также тип архитектурного сооружения, сложившийся в Европе к середине XIX века [2, 3].

Рис. 2. Доходный дом К. Я. Маевского в Санкт-Петербурге

Санкт-Петербургская казначейская палата (дело №4004) «*предоставила ему именоваться по фамилии Акимов (он же Перетц)*». Яков Иванович был петербургским купцом второй гильдии, владел гастрономами, бакалейными лавками, несколькими домами [6].

Карл Яковлевич Маевский — русский инженер-архитектор, академик архитектуры. С 1860 года занимал должность архитектора «Экспедиции заготовления государственных бумаг» и был строителем её зданий, в том числе церкви Андрея Критского (1891–1892) при экспедиции. Построил церковь Михаила Архангела в Малой Коломне в Петербурге, императорский дворец с принадлежащими к нему службами в Киеве, здание предварительного заключения при Санкт-Петербургском окружном суде (1871–1875), перестроил в Люблине древнюю крепость в городскую тюрьму, приспособил бывшую Лосинскую фабрику (Московская губерния) под центральную тюрьму.

Будучи преподавателем Института гражданских инженеров**, в 1880–1881 годах К. Я. Маевский спроектировал доходный дом (Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки, д. 110) и стал инициатором размещения в этом здании общежития для этого же института [7].

Для того чтобы не изменять внешний вид фасада здания, приходится применять внутреннее утепление, которое, в свою очередь, влияет на внутренний объём помещений здания. Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», он влияет и на энергопотребление ввиду того, что в расчётах используется удельная тепловая характеристика здания, отнесённая к 1 м^3 внутреннего объёма, — хотя этого делать нельзя. Выдающийся российский и советский учёный, специалист в области отопления и вентиляции В. М. Чаплин впервые ввёл термин «*удельная тепловая характеристика здания*» в конце XIX — начале XX века [8]. Но он относил её к наружному объёму.

Проектные тепловые потери здания рассчитываются по СП 50.13330.2012.

Конструкции наружной стены табл. 1

Наименование материала	Толщина слоя δ_i, м	Теплопроводность материала λ_i, Вт/(м·К)	Сопротивление теплопередаче R_i, Вт/(м^2·К)
Наружный слой (слой №1)	табл. 2		
Несущая стена (слой №2)	–	–	1,424
Утеплитель (слой №3)	табл. 3		
Внутренний слой (слой №4)	0,009	0,150	0,060
Сумма	табл. 4		

Наружный слой (слой №1) табл. 2

Номер конструкции	Принятая толщина слоя δ_i, м	Заявленная теплопроводность материала λ_i, Вт/(м·К)	Расчетное сопротивление теплопередаче R_i, Вт/(м^2·К)
1 (Цементно-песчаный раствор)	0,020	0,930	0,022
2 (то же)	0,020	0,930	0,022
3 (то же)	0,020	0,930	0,022
4 (то же)	0,020	0,930	0,022
5 (LP-18FL)	0,020	0,210	0,095
6 (то же)	0,020	0,210	0,095
7 (то же)	0,020	0,210	0,095
8 (то же)	0,020	0,210	0,095
9 («Кнауф-Грюнбанд»)	0,020	0,350	0,057
10 (то же)	0,020	0,350	0,057
11 (то же)	0,020	0,350	0,057
12 (то же)	0,020	0,350	0,057
13 («Ивсил Термосил»)	0,020	0,065	0,308
14 (то же)	0,020	0,065	0,308
15 (то же)	0,020	0,065	0,308
16 (то же)	0,020	0,065	0,308
17 (то же)	0,020	0,065	0,308
18 (то же)	0,020	0,065	0,308
19 (то же)	0,020	0,065	0,308
20 (то же)	0,020	0,065	0,308

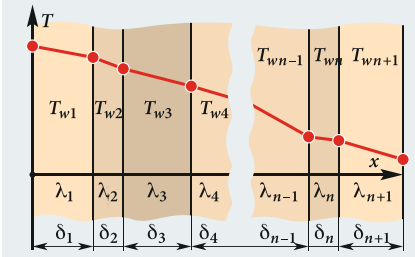


Рис. 3. Многослойная плоская стенка

В работе учтены зоны возможной конденсации водяных паров в ограждающих конструкциях, в связи с чем фасадный слой тоже изменялся. Также учтены и неоднородные тепловые включения в ограждающие конструкции. Расчёт тепловых потерь относится к явлению теплопроводности [9, 10]. На рис. 3 оно представлено в многослойной плоской стенке при стационарном режиме и граничных условиях первого рода. В нашем случае есть только четыре различных слоя.

На данный момент на рынке существует огромное количество различных производителей материалов для фасадов зданий, которые могут решить проблему, рассмотренную в данной статье. В табл. 1, 2 и 3 представлены различные решения для реконструкции наружной стены в доходных домах.

** Сейчас это Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ).

Для корректного сравнения снижения толщины ограждающих конструкций учтено, что разница суммарного сопротивления теплопередаче между конструкциями должна быть ≤ 5 %

Слои №2 и №4 остаются во всех конструкциях. Слой №2 — это несущая стена, а №4 — это гипсокартон. Толщина наружного слоя (табл. 2) остаётся везде одинаковой, но меняется тип используемого материала.

Суммарное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции рассчитано из условий энергосбережения по методике, представленной в Своде Правил 50.13330.2012, для города Санкт-Петербурга. Величина ГСОП (градусо-сутки отопительного периода) для данного города составляет 4540 °С·сут., а требуемое сопротивление теплопередаче равно величине 3,0 Вт/(м²·К).

Утеплитель (слой №3) табл. 3

Номер конструкции	Принятая толщина слоя δ_i, м	Заявленная теплопроводность материала λ_i, Вт/(м·К)	Расчетное сопротивление теплопередаче R_i, Вт/(м²·К)
1 (экструдированый пенополистирол)	0,046	0,032	1,438
2 (LogicPIR)	0,030	0,021	1,429
3 («Эковата»)	0,050	0,035	1,429
4 («Лайт Баттс»)	0,051	0,036	1,417
5 (экструдированый пенополистирол)	0,043	0,032	1,344
6 (LogicPIR)	0,028	0,021	1,333
7 («Эковата»)	0,047	0,035	1,343
8 («Лайт Баттс»)	0,049	0,036	1,361
9 (экструдированый пенополистирол)	0,045	0,032	1,406
10 (LogicPIR)	0,029	0,021	1,381
11 («Эковата»)	0,049	0,035	1,400
12 («Лайт Баттс»)	0,050	0,036	1,389
13 (экструдированый пенополистирол)	0,037	0,032	1,156
14 (LogicPIR)	0,024	0,021	1,143
15 («Эковата»)	0,040	0,035	1,143
16 («Лайт Баттс»)	0,041	0,036	1,139
17 (экструдированый пенополистирол)	0,037	0,032	1,156
18 (LogicPIR)	0,024	0,021	1,143
19 («Эковата»)	0,040	0,035	1,143
20 («Лайт Баттс»)	0,041	0,036	1,139

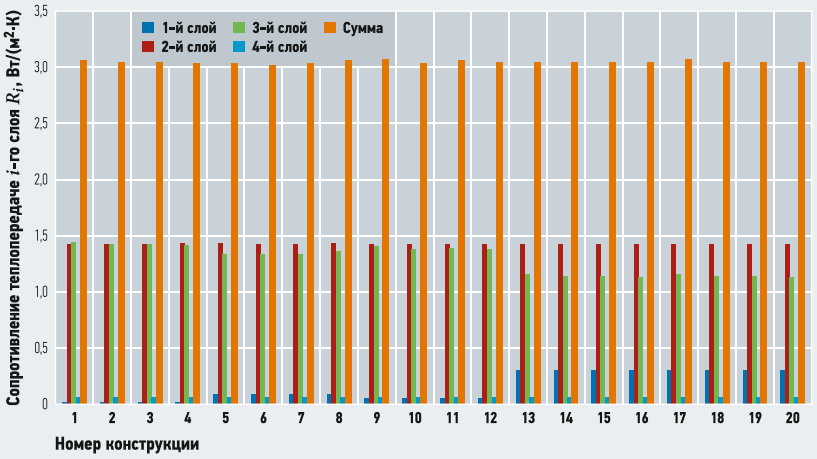


Рис. 4. График сопротивления теплопередаче различных слоев

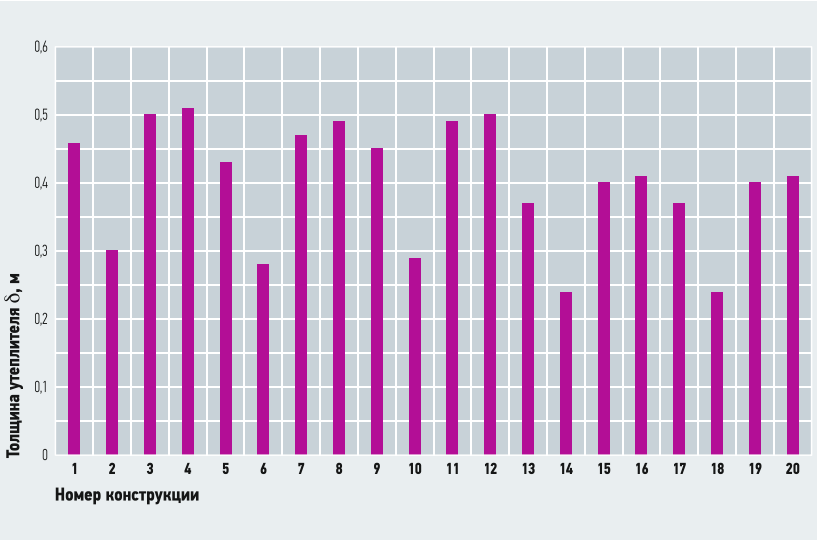


Рис. 5. График изменения толщины утеплителя

На рис. 4 представлено суммарное сопротивление теплопередаче возможной конструкции для доходного дома в городе Санкт-Петербурге. Для корректного сравнения снижения толщины ограждающих конструкций учтено, что разница суммарного сопротивления теплопередаче между конструкциями должна быть не более 5 %.

По рис. 4 и 5 можно проанализировать, что наиболее эффективными конструкциями с точки зрения толщины являются 14 и 18. Отметим, что в данной работе не учтены экономическая и экологическая составляющие. ●

1. Королёв Д.Ю., Семёнов В. Современные методы повышения тепловой защиты зданий // Молодой учёный, 2010. №3. С. 26–29.
2. Доходный дом: Большая советская энциклопедия [в 30 т.] / Гл. ред. А.М. Прохоров. Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Советская энциклопедия, 1969–1978.
3. Гусев Б.П. К столетию доходного дома // Жилищное строительство, 2000. №3. С. 22–26.
4. О региональной программе капитального ремонта общего имущества в многоквартирном доме в Санкт-Петербурге. Постан. пра-ва Санкт-Петербурга от 18.02.2014 №84 (с изм. и доп. на 18.12.2015).
5. Юркова З.В. Сенная площадь. Вчера, сегодня, завтра. — М.: Центрполиграф, 2011. 272 с.
6. Барышников М.Н. Деловой мир Петербурга: Справ. — СПб.: Логос, 2000. 582 с.
7. Зодчие Москвы времени эклектики, модерна и неоклассицизма (1830-е — 1917 годы): Илл. биогр. словарь / Гос. науч.-исслед. музей архитектуры им. А.В. Щусева и др. — М.: КРАБиК, 1998. 320 с.
8. Прохоров В.И. Границы рассмотрения в задачах теплозащиты и теплообеспечения зданий // Интернет-вестник ВолгГАСУ, 2014. №2. С. 17.
9. Малявина Е.Г., Самарин О.Д. Строительная теплофизика и микроклимат зданий: Учеб. — М.: МИСИ-МГСУ, 2018. 288 с.
10. Лариков Н.Н. Теплотехника: Учеб. для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1985. 432 с.

ARWE-2019: международный форум по возобновляемой энергетике

22 мая стартует в Ульяновске и продлится три дня Международный форум по возобновляемой энергетике ARWE-2019 — это крупнейшая в России B2B-площадка, объединяющая Конгресс, специализированную Выставку и Технический тур для отраслевых экспертов. В числе его участников — представители профильных министерств и ведомств, руководители крупнейших энергетических компаний и организаций, а также отраслевые эксперты мирового уровня и СМИ.

ARWE

Целью мероприятия является содействие развитию ВИЭ в России, а также выработка решений по оптимальному взаимодействию в рамках программ локализации между поставщиками и ключевыми заказчиками отрасли.

Международный форум пройдёт при поддержке Министерства промышленности и торговли Российской Федерации и Министерства энергетики Российской Федерации. Организаторами выступают правительство Ульяновской области, Агентство технологического развития Ульяновской области, Российская ассоциация ветроиндустрии (РАВИ) и АО «Электрификация» — один из ведущих операторов конгресс-выставочных проектов в области энергетики.

В ARWE-2019 примут участие свыше 500 делегатов из 20 стран мира, свыше 70 компаний продемонстрируют передовые технологии и оборудование в сфере ВИЭ. В деловой программе заявлено свыше 100 спикеров. На полях Форума участники обсудят, каким будет завтрашний день возобновляемой энергетики в России и мире, поднимут вопросы реализации программы локализации оборудования ВИЭ, финансирования проектов отрасли в нашей стране, эффективность технологий и разработок, внедряемых вендорами и др. Напомним, что прошлый форум также объединил представителей крупнейших энергетических компаний, федеральных и региональных министерств и ведомств, регуляторов рынка с целью обсуждения дальнейших планов развития ВИЭ в России.

Владимир Затынайко, генеральный директор АО «Электрификация»

По словам генерального директора компании-организатора ARWE-2018 Владимира Затынайко, «*ARWE — очень своевременное и ориентированное на практический результат мероприятие. Неслучайно на нём собрались как представители крупнейших игроков рынка возобновляемой энергетики, так и представители предприятий, которым только предстоит стать участниками отрасли, регуляторы рынка и эксперты — все те, кто создаёт новую отрасль российской энергетики*».

Игорь Брызгунов, председатель РАВИ, соорганизатор ARWE

Олег Токарев, Департамент металлургии и тяжелого машиностроения Минпромторга России

Как подчеркнул соорганизатор ARWE, председатель Российской ассоциации ветроиндустрии (РАВИ) Игорь Брызгунов: *«Без создания производства ветрогенераторов нет ветроэнергетики, и новая индустрия требует вовлечения большего количества игроков, и личные контакты играют первичную роль. Международный форум ARWE — это площадка, на которой могут встретиться будущие партнёры, а компании, которые только размышляют о входе на этот рынок, смогут увидеть его текущее состояние и определить своё место на нём».*

«Процесс создания рынка ветроэнергетики в России запущен, а значит, он будет развиваться и дальше. Идут обсуждения и строятся планы не только до окончания программы договоров поставки мощности (ДПМ) для ВИЭ, но и на долгие годы вперёд. Для того чтобы рынок ВИЭ стал самоокупаемой системой, его игрокам необходимо оказывать поддержку. Россия — самая быстроразвивающаяся страна в области ветроэнергетики», — подчеркнул генеральный директор подразделений Vestas Russia и Vestas Manufacturing Russia Кимал Юсупов.

Кимал Юсупов, гендиректор подразделений Vestas Russia и Vestas Manufacturing Russia

Важным мероприятием ARWE-2018 стала сессия «Проблемы развития ветроэнергетики в России с учётом требования локализации производства оборудования», модератором которой выступил Олег Токарев (Минпромторг России). Он подчеркнул, что локализация — это не только перенос технологий, но и создание собственных компетенций и производств. По его мнению, развитие ВИЭ должно базироваться на основе локализованных производств, создающих новые рабочие места. *«Производство компонентов для ветрогенераторов может и должно быть ориентировано также и на экспорт»*, — добавил эксперт. По мнению всех экспертов, принявших участие в ARWE-2018, только развитие новой индустрии может стать основой для политического решения государства по продлению поддержки ВИЭ в России после 2024 года.

Ключевым событием прошлого форума стало уникальное по своей форме мероприятие — «Форум поставщиков», организованное по инициативе Министерства промышленности и торговли Российской Федерации и призванное помочь ускорить процесс локализации в России. Форум прошёл в формате закрытых встреч-консультаций поставщиков оборудования для ветроэнергетики с представителями крупнейших глобальных производителей ветрогенераторов, присутствующих на российском рынке: таких как Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE), Vestas и Fuhrlaender. Все участники Форума отметили его практическую полезность и необходимость регулярного проведения мероприятий в таком формате. Как отметил Моритц Джессе, руководитель региональных закупок компании Vestas, такие встречи дают хорошую возможность за короткое время установить деловые контакты с представителями поставщиков и обсудить «лицом к лицу» дальнейшее сотрудничество.

RGS Energy возобновила производство солнечных крыш корпорации Dow

На почти несуществующем рынке появилась улучшенная версия продукта, который никогда по-настоящему не был успешным. Новый производитель говорит, что исправил главные проблемы, которые буквально «топили» печально известный сложный бизнес солнечных крыш.

По материалам Greentechmedia.

RCG Energy — старая компания, занимающаяся панельно-блочным монтажом солнечных панелей на крышах с 1978 года. Они вышли на рынок солнечных крыш с лицензией на бренд Powerhouse. Бренд принадлежал международной химической корпорации Dow Chemical (основана в 1897 году), прекратившей работу в этой сфере в 2016 году.

После получения в ноябре сертификата UL (Underwriters Laboratories Inc. — компания по стандартизации и сертификации в области техники безопасности США) 26 декабря 2018 года RGS получила свой первый заказ и начала монтаж в первой неделе января 2019-го.

Промышленность солнечной энергетики усердно работала над внедрением фотоэлементов в кровельную черепицу с опрятным видом, без негармоничных монтажных элементов и панелей. Однако солнечная черепица продаётся по более высокой цене и обладает меньшим КПД по сравнению с обычными солнечными панелями — не обнадёживающее сочетание на высококонкурентном рынке крышных солнечных панелей.

Поэтому, несмотря на ажиотаж вокруг широко разрекламированной, но редко встречаемой на крышах черепицы Tesla, технология, известная как «*фотовольтаика, интегрированная в систему здания*» (Building-Integrated Photovoltaics, BIPV), как показывает опыт, терпела больше неудач, чем радовалась победам. «*Никто ещё не встречал успешного поставщика BIPV в США*», — говорит Бен Галлахер, занимающийся солнечными технологиями в агентстве Wood Mackenzie Power and Renewables. Наилучшим примером была компания Dow, специалисты которой установили примерно тысячу крыш Powerhouse перед тем, как решили сдаться.

По словам вице-президента по развитию бизнеса компании RGS Energy Кимберли Фарнхам, новая крыша Powerhouse (не путать с одноимённым названием Центра «зелёных» технологий и венчурного фонда штата Окленд) позволит избежать неудачи с помощью более высокого КПД, более низких цен и новой бизнес-модели.

Полностью новая батарея

Выход компании Dow означал подрыв доверия к этому сегменту рынка. Если реализовать идею не получилось у крупнейшего перерабатывающего производства в Америке, то кто тогда сможет? На этот раз есть несколько отличий.

Во-первых, RGS работает в солнечной энергетике, в отличие от Dow, которая поставляла широчайший спектр продуктов. На таком специализированном рынке полезно не разбрасывать усилия.

Ещё важнее то, что в RGS продолжили начатую в Dow работу по улучшению солнечной черепицы. Кимберли Фарнхам специально поясняет: «*В Powerhouse версии 3.0 мы смогли увеличить мощность и КПД, а также снизить стоимость*».

В своё время в 2013 году корпорация Dow приобрела стартап NuvoSun, где работали над тонкоплёночными солнечными элементами. Тогда Powerhouse 2.0 состояла из батарей на основе меди, индия, галлия и селенида (CIGS), которые выдавали 40 Вт от одной черепицы с КПД, равным 10,6 % — намного меньше, чем стандартная солнечная панель из кристаллического кремния. Фархам упомянула, что для версии 3.0 специалисты RSG переключились с батарей CIGS на половинчатые монокристаллические кремниевые ячейки с технологией PERC. Таким образом они подняли мощность до 55 Вт при КПД, составляющем 15,6 %.

Тем не менее, обычные солнечные панели лучше преобразовывают солнечное излучение в электричество, но наработки компании RGS помогли сделать большой шаг вперёд, по сравнению с предыдущей конструкцией плитки.

Поскольку «солнечные крыши» являются частью кровли, то сравнивать их с солнечными панелями не совсем корректно. Для бизнеса это одновременно и достоинство, и недостаток.

По заявлению RGS, при установке на вновь строящемся здании или во время замены кровли солнечная крыша стоит дешевле, чем обычная крыша и установленные на ней панели.

Самое сложное — выбрать правильное время. Заинтересованность покупателя в солнечной электроэнергии не всегда совпадает с потребностью в новой крыше. Экономическая составляющая солнечной крыши не настолько конкурентоспособная, чтобы сначала закрыть хорошей кровлей, а потом её частично разобрать.

Коммерческая стратегия RGS известна тем, что они тщательно выбирают, что производить самим. Они проектируют и собирают плитки в США, а детали солнечных батарей заказывают у партнёров-производителей.

В основном компания RGS проектировала и монтировала солнечные панели, а не кровли. Прежде, чем полностью погрузиться в кровельную отрасль, как решили поступить в компании Tesla, RGS устанавливает контакты с кровельными компаниями и представителями жилищно-строительной сферы. Компания выдала сертификат Powerhouse Professional более 125 партнёрам на право проведения монтажа в 37 штатах. Для них проводится бесплатное обучение, а также оказывается помощь в продажах и продвижении на рынке.

Выборочная специализация позволила компании RGS работать с заказом оперативно сразу после его получения до момента монтажа.

Доставка всего за неделю отличается от опыта первых покупателей крыши Tesla, одна из которых прождала десять месяцев после заказа, пока его, наконец, не установили. Покупательница была довольна новой системой в 9,9 кВт, которая обошлась ей в $55 тыс. с получением федеральной льготы.

Как выразилась Фарнхам: «*У вас есть возможность купить высококлассный продукт класса “люкс” вроде Tesla, и есть возможность купить более доступный продукт, типа Powerhouse. Пара отличий между нами и Tesla: мы думаем, что у нас будет стоить как минимум в два раза дешевле, и сейчас мы не простаиваем*».

Есть ещё один конкурент — американская компания GAF, известный производитель кровельных материалов, который запустил линейку продуктов «Солнечная крыша DecoTech» в 2017 году. В компании GAF отказались от плиток в пользу полноразмерных панелей, установленных вровень с кровлей, обосновывая выбор экономической выгодой.

Без трудностей не обойтись

Даже самая эффективная солнечная крыша не спасает от сложностей её монтажа, в отличие от обычных панелей.

RGS не производят детали для генерации солнечной электроэнергии, поэтому они решили закупать их по контракту у производителя. Так благоразумнее, чем пытаться построить собственный завод по производству солнечных батарей. Однако таким образом их структура ценообразования увеличивает стоимость, по сравнению с компанией, которая производила бы собственные солнечные элементы. Компании также приходится платить Dow за лицензию на использованную технологию.

Производство плиток по заказу в небольшом количестве выходит дороже, чем солнечные панели для широкого спроса, которые выгоднее большим объёмом производства и многолетними доработками.

Солнечные крыши привлекательны своей эстетичностью, которая покупателем не безразлична. Проблема солнечной черепицы RGS и GAF заключается в том, что она заменяется только на части обычной кровли с оптимальной интенсивностью направленного солнечного излучения. Таким образом, такая крыша имеет вид гибрида, в отличие от крыши Tesla, у которой меняется весь кровельный материал (что увеличивает цену).

Теоретически, простые расчёты показывают выгодность вновь построенной крыши с участками солнечной черепицы. Теперь задача компании RGS — доказать это на рынке. Задача непростая, судя по предыдущему опыту. Но хотя бы игроков не очень много. ●

Оценка топливной экономичности поршневых двигателей после их перевода на газомоторное топливо

Рецензия эксперта на статью получена 10.02.2019 [Expert review on the article received February 10, 2019].

Введение

Известно, что одним из актуальных направлений развития поршневого двигателестроения является использование в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) газомоторного топлива (пропана и/или метана) [1–3]. Это связано с рядом положительных эффектов, в частности, с существенным улучшением топливной экономичности и экологичности ДВС. При этом развитие данного направления связано, как с разработкой оригинальных конструкций газопоршневых ДВС (топливной аппаратуры, газобаллонного оборудования, способов смесеобразования и т.д.), так и переводом существующих бензиновых или дизельных двигателей на газообразное топливо (без существенного изменения конструкции). Очевидно, что рабочие процессы газопоршневых двигателей имеют свои особенности, отличные от бензиновых ДВС и дизелей. Соответственно, перевод любых поршневых двигателей на газомоторное топливо требует научной проработки, доводки рабочего процесса и предварительной оценки технико-экономических параметров.

По данному направлению можно выделить ряд разнонаправленных публикаций. Например, в статьях [4, 5] авторы предлагают оригинальные математические модели, описывающие особенности рабочего цикла поршневых ДВС, работающих на газомоторном топливе. В работах [6, 7] на основе численного моделирования производится оценка влияния степени сжатия на технико-экономические показатели автомобильных двигателей «Волга» и «ИЖ», работающих на газе.

Перевод любых поршневых двигателей на газомоторное топливо требует научной проработки, доводки рабочего процесса и предварительной оценки технико-экономических параметров

Статья [8] посвящена доводке рабочего процесса бензинового двигателя после его перевода на газообразное топливо. Также можно отметить более узконаправленные исследования газопоршневых ДВС. Так, исследователи уделяют внимание закономерностям сгорания различных видов газа в камере сгорания двигателей [9, 10], оценке влияния закрутки рабочего тела на

УДК 621.433.2. Научная специальность: 05.04.02.

Оценка топливной экономичности поршневых двигателей после их перевода на газомоторное топливо

Леонид В. Плотников, к.т.н., доцент, кафедра «Турбины и двигатели», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ); **Андрей М. Козубский**, к.т.н., главный конструктор по гидравлическим экскаваторам ПАО «Уралмашзавод», инженер кафедры «Подъёмно-транспортные машины и роботы» УрФУ; **Александр Г. Максименко**, директор ООО «Элитгаз»; **Леонид Е. Осипов**, студент магистратуры, кафедра «Турбины и двигатели», УрФУ

Данная статья посвящена оценке энергоэффективности поршневых двигателей, переведённых на газомоторное топливо. На основе численного моделирования рабочих циклов двигателей, работающих на разных видах топлива (бензин, пропан, метан), производится анализ их технико-экономических показателей. Установлено, что перевод бензинового двигателя на пропан приводит к снижению мощности двигателя на 5 % при уменьшении удельного расхода топлива на 4 %; а применение в качестве топлива метана вызывает падение мощности на 12 % при снижении расхода топлива на 13 %.

Ключевые слова: *поршневой двигатель, газомоторное топливо, численное моделирование, топливная экономичность, рабочие процессы.*

UDC 621.433.2. Number of scientific specialty: 05.04.02.

Evaluation of the fuel efficiency of piston engines after their transfer to gaseous fuel

Leonid V. Plotnikov, PhD, Associate Professor, Department of the Turbines and Engines, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (UrFU); **Andrey M. Kozubsky**, PhD, Chief Designer for hydraulic excavators of "Uralmashplant", JSC, Engineer of the "Lifting and transporting machines and robots" Department, UrFU; **Alexander G. Maksimenko**, Director of "Elitegas", LLC; **Leonid E. Osipov**, graduate student, Department of the Turbines and Engines, UrFU

This article is devoted to assessing the energy efficiency of piston engines converted to gas engine fuel. On the basis of numerical simulation of the operating cycles of engines operating on different types of fuel (gasoline, propane, methane), their technical and economic indicators are analyzed. It has been established that converting a gasoline engine to propane results in a 5 % reduction in engine power while a 4 % reduction in specific fuel consumption; and the use of methane as a fuel causes a 12 % drop in power, with a 13 % reduction in fuel consumption.

Key words: *piston engine, gas engine fuel, numerical simulation, fuel efficiency, work processes.*

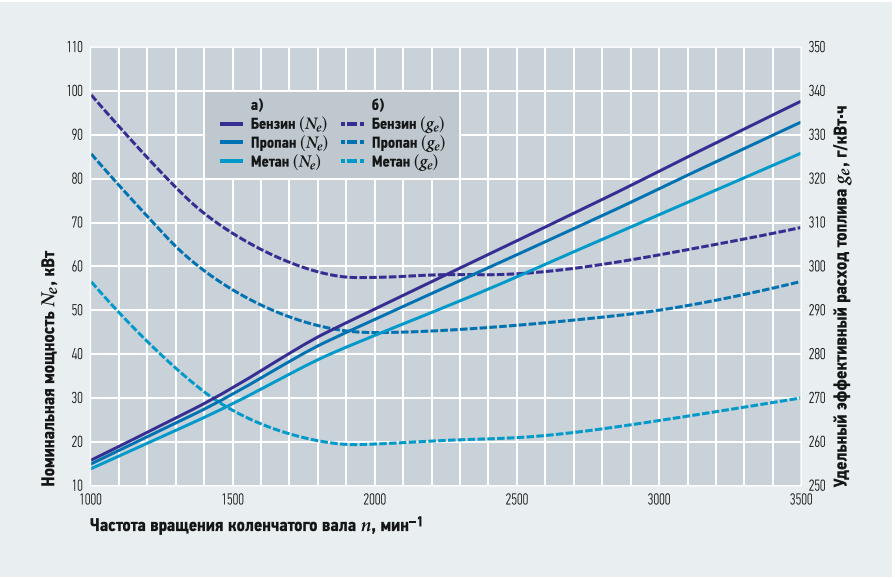


Рис. 1. Зависимости эффективной мощности (а) и удельного эффективного расхода топлива (б) от частоты вращения коленвала поршневого двигателя, работающего на разных видах топлива

Исследования проводились на основе численного моделирования рабочего цикла двигателя в программном комплексе «Дизель-РК», разработанном в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Сначала была проведена настройка математической модели базового двигателя по 39 параметрам, включающим фазы газораспределения, геометрию впускных и выпускных систем, продолжительность сгорания, угол опережения зажигания, конструктивные особенности цилиндропоршневой группы и т.д. В результате были сопоставлены внешние скоростные характеристики (по мощности, крутящему моменту и расходу топлива) двигателя-прототипа (данные из руководства по эксплуатации) и базового двигателя (данные «Дизель-РК»), отличия в которых не превышали 7%.

впуске на экологические и технико-экономические показатели газопоршневого ДВС [11], а также анализу функционирования многотопливного газового двигателя [12]. Таким образом, на сегодняшний день учёные и специалисты нацелены на разработку мер по повышению эффективности газопоршневых двигателей. Однако при этом имеется довольно мало исследований, в которых бы производился анализ тех или иных научных и инновационных решений на технико-экономические и экологические параметры конкретных поршневых ДВС и целесообразность их внедрения на практике.

В данной статье на основе численного моделирования рабочего цикла произведена оценка топливной экономичности бензинового ДВС (8Ч9,2/8,8) после его перевода на газомоторное топливо (пропан и метан), а также выполнен анализ влияния степени сжатия на основные показатели рассматриваемого двигателя, работающего на разных топливах.

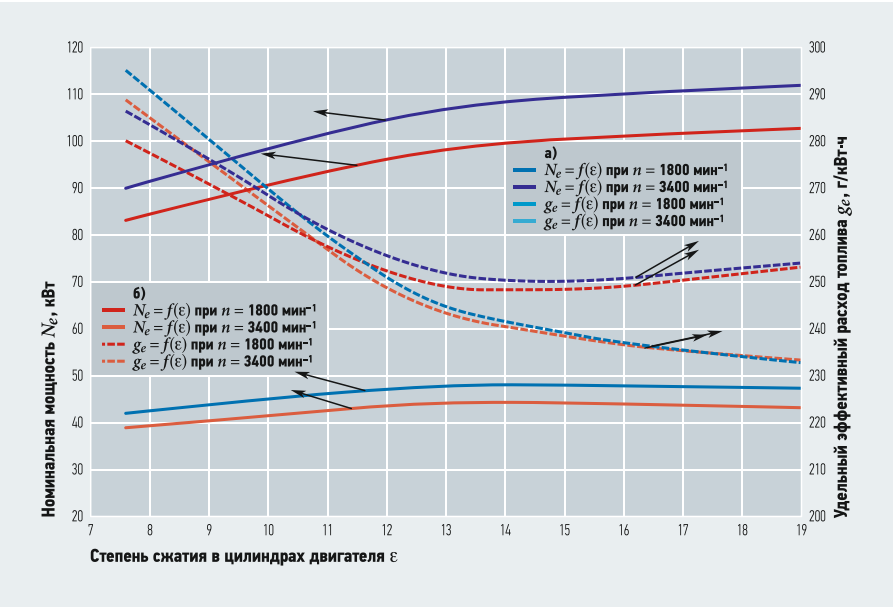


Рис. 2. Зависимости эффективной мощности и удельного эффективного расхода топлива от степени сжатия поршневого двигателя, работающего на пропане (а) и метане (б)

Таким образом, на сегодняшний день учёные и специалисты нацелены на разработку мер по повышению эффективности газопоршневых двигателей. Однако при этом имеется довольно мало исследований, в которых бы производился анализ тех или иных научных и инновационных решений на технико-экономические и экологические параметры конкретных поршневых ДВС и целесообразность их внедрения на практике. В данной статье на основе численного моделирования рабочего цикла произведена оценка топливной экономичности бензинового ДВС (8Ч9,2/8,8) после его перевода на газомоторное топливо

Постановка задачи

В качестве базового двигателя для исследования был выбран широко распространённый бензиновый двигатель 8Ч9,2/8,8 (заводское обозначение ЗМЗ-5231.10. Это V-образный (под углом 90°), четырёхтактный, карбюраторный, верхнеклапанный, восьмицилиндровый двигатель без наддува со следующими основными параметрами:

- рабочий объём цилиндров V_h = 4,67 л;
- степень сжатия ε = 7,6;
- коэффициент избытка воздуха a = 1;
- номинальная мощность N_e = 91,2 кВт при 3200–3400 мин$^{-1}$;
- максимальный крутящий момент M_e = 298 Н·м при 1600–2000 мин$^{-1}$;
- количество клапанов на цилиндр — 2;
- высота подъёма клапанов h = 10 мм.

Далее в математической модели осуществлялась замена жидкого топлива (бензина) на газообразное — пропан и метан. Химический состав (в процентных долях) бензина был следующим: C = 0,855, H = 0,145 при низшей теплоте сгорания Hu, равной 44 МДж/кг. Химический состав пропана: C = 0,817, H = 0,182 при Hu = 46,47 МДж/кг; метан: CH_4 = 0,95, C_2H_6 = 0,05 при Hu = 49,74 МДж/кг.

Исследования проводились в диапазоне частот коленчатого вала n от 1000 до 3400 мин$^{-1}$ с шагом 400 мин$^{-1}$ при стандартных атмосферных условиях. Ключевыми параметрами, на основании которых производился анализ влияния перевода ДВС на газообразное топливо, являлись эффективная мощность N_e и удельный эффективный расход топлива g_e.

Результаты моделирования рабочего цикла поршневых ДВС

На рис. 1 показаны зависимости N_e и ge от частоты вращения коленчатого вала n после перевода базового двигателя на газомоторное топливо (пропан и метан) с сохранением всех основных параметров ДВС (степени сжатия, фаз газораспределения, угла опережения зажигания и т.д.).

Как и следовало ожидать, перевод бензинового двигателя на газ сопровождается уменьшением мощности во всём диапазоне частот вращения коленвала: в случае работы ДВС на пропане снижение N_e не превышает 5%, а при использовании метана достигает 12%. При этом наблюдается улучшение топливной экономичности газопоршневых двигателей внутреннего сгорания. Выигрыш в расходе топлива (по сравнению с базовым двигателем) составляет в среднем 4% и 13%, соответственно, при использовании в качестве топлива пропана и метана.

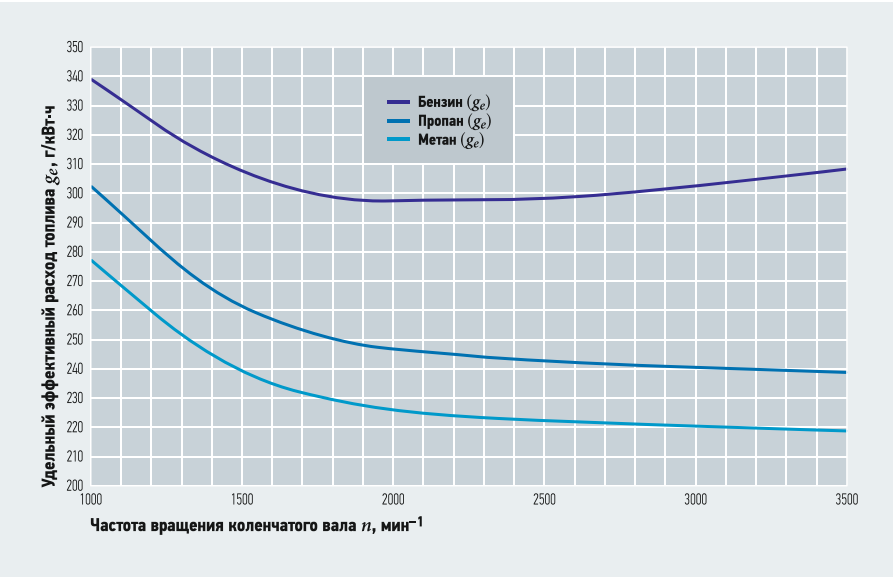


Рис. 3. Зависимость удельного эффективного расхода топлива от частоты вращения коленвала поршневого двигателя [работающего на бензине (ε = 7,6), пропане (ε = 15) и метане (ε = 15)]

Бензиновый V-образный восьмиклапанный двигатель ЗМЗ-523 («ГАЗовская восьмёрка»)

Таким образом, положительный эффект от перевода бензинового двигателя на газомоторное топливо заключается в снижении расхода топлива, но при одновременной потере мощности. Известно, что повышение степени сжатия в поршневых ДВС имеет ряд преимуществ, в частности, уменьшение g_e и рост N_e, что связано с увеличением термического КПД и улучшением условий для смесеобразования и сгорания топлива [13, 14]. Поэтому было исследовано влияние величины степени сжатия поршневых двигателей, переведённых на газомоторное топливо, на их технико-экономические показатели (рис. 2).

Установлено, что наиболее заметный рост мощности двигателя наблюдается при увеличении степени сжатия ε до 15, после чего рост N_e становится малозаметным; при этом зависимость $g_e = f(\varepsilon)$ имеет экстремум при рассматриваемой величине ε. Следовательно, можно предположить, что оптимальные значения степени сжатия для газопоршневых двигателей размерности 9,2/8,8 находятся в районе 14–16. Таким образом, было произведено сравнение технико-экономических показателей базового бензинового ДВС (с ε = 7,6) и газопоршневых двигателей, работающих на пропане и метане, с ε = 15 (рис. 3).

Положительный эффект от перевода бензинового двигателя на газомоторное топливо заключается в снижении расхода топлива, но при одновременной потере мощности. Известно, что повышение степени сжатия в поршневых ДВС имеет ряд преимуществ, в частности, уменьшение g_e и рост N_e, что связано с увеличением термического КПД и улучшением условий для смесеобразования и сгорания топлива [13, 14]

На основе численного моделирования установлено, что двигатель, работающий на метане, при ε = 15 имеет мощность, фактически равную базовому бензиновому двигателю (отклонения N_e находятся в пределах ±5%), при снижении расхода топлива на 20–30%, в зависимости от режима работы ДВС. В свою очередь, при ε = 15 у двигателя, работающего на пропане, наблюдается рост мощности по сравнению с базовым двигателем в диапазоне 5–15% при одновременном уменьшении g_e на 10–20%.

Для более корректного сравнения технико-экономических показателей поршневых ДВС, работающих на разных видах топлива, дополнительно было выполнено численное моделирование для бензинового двигателя, имеющего ε = 11 (что вполне допустимо при работе на бензинах с октановым числом 95–98) и газопоршневых двигателей, работающих на пропане и метане с ε = 15 (рис. 4).

Установлено, что бензиновый двигатель с ε = 11 и газопоршневой ДВС, работающий на пропане, с ε = 15 имеют практически одинаковую эффективную мощность (отличия составляют ±2%) во всём диапазоне частот вращения коленчатого вала; при этом газопоршневой двигатель имеет меньший расход топлива g_e на 4–10%. В свою очередь, бензиновый ДВС с ε = 11 имеет большие значения N_e по сравнению с двигателем, работающем на метане, на величину от 4 до 10%.

Однако даже в этом случае газопоршневой двигатель на метане имеет существенно лучшую экономичность (снижение g_e вплоть до 20%).

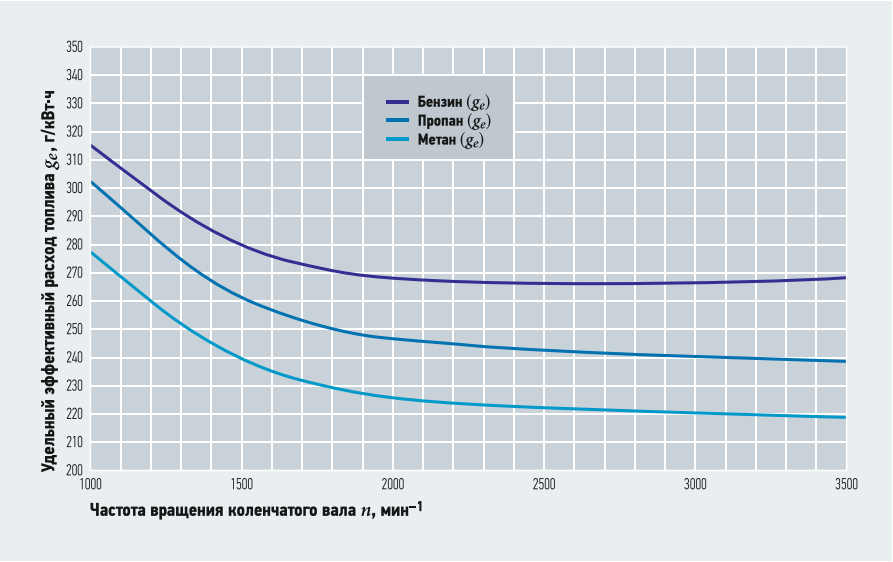


Рис. 4. Зависимость удельного эффективного расхода топлива от частоты вращения коленвала поршневого двигателя [работающего на бензине (ε = 11), пропане (ε = 15) и метане (ε = 15)]

Практический результат для автотранспортных предприятий

Для оценки положительного экономического эффекта от использования газомоторное топлива в поршневых ДВС рассмотрим первый вариант, когда базовый бензиновый двигатель был переведён на метан без увеличения степени сжатия.

Как было показано выше, в данном случае снижение удельного эффективного расхода топлива g_e составляет 12–14 % (в среднем около 13 %) при снижении мощности на 12 %. Соответственно, на режиме средней нагрузки (n = 2200 мин$^{-1}$) массовый расход бензина для базового двигателя составляет 16,8 кг/ч, а для газопоршневого двигателя на метане — 12,9 кг/ч. Отсюда можно вычислить ежегодную величину экономии топлива для одного двигателя при условии эксплуатации его в течении 2000 моточасов в год (что приблизительно соответствует пробегу автомобиля в 50 тыс. км), которая составит примерно 8000 кг. А если учесть, что стоимость бензина составляет примерно 42 руб/кг, а метана — 15 руб/нм^3, то в количественном выражении экономия будет равняться около 1,1 млн руб. в год. Если же перевести на газ не один двигатель, а пять, то ежегодная экономия составит 5,5 млн руб.

Можно также рассчитать второй вариант, когда базовый бензиновый двигатель был переведён на метан, но уже с последующим увеличением степени сжатия до 15. Как было показано выше, в данном случае снижение удельного эффективного расхода топлива g_e составляет в среднем около 11 % при фактически равных мощностях бензинового двигателя и газопоршневого. Установлено, что при аналогичном объёме эксплуатации одного двигателя ежегодная экономия топлива в данном случае составит 10 тонн или почти 1,2 млн. руб.

Следует отметить, что аналогичные расчёты для газопоршневого двигателя, работающего на пропане, показывают, что ежегодная экономия топлива для одного ДВС составит примерно 1,5 т, а выигрыш в рублях будет равняться чуть больше 700 тыс. руб.

Таким образом, на основании численного моделирования рабочего цикла поршневых ДВС размерности 9,2/8,8, работающих на разных видах топлива, наибольшую топливную экономичность имеет газопоршневой двигатель на метане со степенью сжатия 15.

Проведённое исследование показало, что существует значительный потенциал в повышении энергоэффективности поршневых двигателей, работающих на газомоторном топливе. И для его раскрытия требуются дальнейшие исследования по доводке рабочего процесса газопоршневых ДВС, как с помощью численного моделирования, так и на основе стендовых испытаний.

Заключение

На основе проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

1. Разработаны математические модели рабочих циклов ДВС (применительно к двигателю 8Ч9,2/8,8), работающих на разных видах топлива (бензин, пропан, а также метан), в программном комплексе «Дизель-РК».

2. На основании численного моделирования установлено, что перевод бензинового двигателя на газомоторное топливо приводит к снижению эффективной мощности в диапазоне 5–12 % при уменьшении удельного эффективного расхода топлива на 4–13 %.

3. Показано влияние величины степени сжатия на технико-экономические показатели газопоршневых двигателей при работе на разных режимах.

4. Установлено, что повышение степени сжатия газопоршневых ДВС с 7,6 до 15 улучшает их топливную экономичность до 30 % по сравнению с базовым бензиновым двигателем.

5. Рассчитан количественный экономический эффект от перевода пяти двигателей на пропан и метан для небольшого автотранспортного предприятия.

Таким образом, проведённое исследование показало наличие значительного потенциала энергосбережения в области поршневого двигателестроения в случае использования в двигателях внутреннего сгорания газомоторного топлива.

1. Кавтарадзе Р.З. Теплофизические процессы в дизелях, конвертированных на природный газ и водород: Монография. — М.: Изд-во МГТУ, 2011. 240 с.
2. Кавтарадзе З.Р., Кавтарадзе Р.З. Перспективы применения поршневых двигателей на альтернативных моторных топливах // Транспорт на альтернативном топливе, 2010. №1. С. 74–80.
3. Лукшо В.А., Козлов А.В., Теренченко А.С. Оценка показателей природного газа как моторного топлива в полном жизненном цикле // Транспорт на альтернативном топливе, 2011. №3. С. 4–9.
4. Лукшо В.А. Математическая модель термодинамического цикла газового двигателя // Транспорт на альтернативном топливе, 2012. №6. С. 54–65.
5. Лапушкин Н.А., Лисицын Е.Б. Математическая модель для описания действительных процессов в газовых и газодизельных двигателях // Грузовик, 2006. №4. С. 45–49.
6. Клементьев А.С., Бибиков М.Н., Филькин Н.М., Меркушев А.В. Исследование влияния степени сжатия при конвертации двигателя автомобиля ГАЗ-31105 «Волга» на газовое топливо // Транспорт на альтернативном топливе, 2010. №4. С. 14–17.
7. Клементьев А.С. Контрольные расходы топлива двигателя автомобиля Иж-27156, работающего на бензине и компримированном природном газе // Автомобильная промышленность, 2012. №2. С. 29–30.
8. Злотин Г.Н., Захаров Е.А., Кузьмин А.В. Регулировка бензинового ДВС при переводе его на сжиженный нефтяной газ // Двигателестроение, 2007. №2. С. 29–31.
9. Amirante R., Distaso E., Tamburrano P., Reitz R.D. Laminar flame speed correlations for methane, ethane, propane and their mixtures, and natural gas and gasoline for spark-ignition engine simulations. International Journal of Engine Research. 2017. Vol. 18. No. 9. Pp. 951–970.
10. Barnstedt K., Ratzberger R., Grabner P., Eichlseder H. Thermodynamic investigation of different natural gas combustion processes on the basis of a heavy-duty engine. International Journal of Engine Research. 2016. Vol. 17. No. 1. Pp. 28–34.
11. Пацей П.С., Галышев Ю.В. Исследование влияния закрутки заряда на впуске на параметры газопоршневого двигателя // Известия Международной академии аграрного образования, 2017. №35. С. 93–99.
12. Бурцев Н.В., Бурцев В.А. Многотопливные газовые двигатели с элементами адаптивного управления // Газовая промышленность, 2008. №13. С. 68–73.
13. Heywood J.B. Internal combustion engine fundamentals. New York: McGraw-Hill, 1988. 458 p.
14. Кавтарадзе Р.З. Теория поршневых двигателей. Спец. главы: Учеб. для вузов. — М.: Изд-во МГТУ, 2008. 720 с.

References — see page 96.

Численное исследование показателей тепловыделения дизеля от зазора прецизионных элементов топливной аппаратуры

Рецензия эксперта на статью получена 25.01.2019 [Expert review on the article received January 25, 2019].

В процессе эксплуатации дизеля происходит износ прецизионных сопряжений топливной аппаратуры (ТА), изменяются геометрические размеры деталей, зазоры в прецизионных парах. Одной из причин снижения удельных показателей дизеля в эксплуатации — уменьшения экономичности и повышения токсичности отработавших газов — является увеличение по причине износа зазоров между деталями топливной аппаратуры в плунжерной паре и распылителе [1–4].

При использовании в дизельных двигателях альтернативных топлив с вязкостными характеристиками, отличными от нефтяных топлив, важность оценки утечек топлива в топливной аппаратуре и влияния на рабочий процесс и эффективность использования теплоты в цикле является несомненной [5–8].

Для численного исследования утечек топлива принят метод гидродинамического расчёта классической разделённой системы впрыскивания топлива (рис. 1) [9–10].

В полости насоса высокого давления утечки топлива имеют место по зазорам направляющей части плунжера в отсечное $Q_{оо}$ и наполнительное $Q_{но}$ отверстия, а также по компрессионной части $Q_к$; в полости форсунки утечки топлива наблюдаются по направляющей части иглы форсунки $Q_{уф}$ [9].

Утечки топлива через зазоры в поршневой (компрессионной) части плунжера:

$$Q_к = \frac{0{,}036 A d_п}{l_п} p_{н1}. \quad (1)$$

Утечки топлива в наполнительное отверстие:

$$Q_{но} = \frac{0{,}072 A n_в (p_{н1} - p_в)}{\ln\left[\frac{2(h - h_в)\sin(\beta_в)}{r_в} - 3\right]}. \quad (2)$$

Утечки топлива в отсечное отверстие:

$$Q_{оо} = \frac{0{,}072 A n_о (p_{н1} - p_в)}{\ln\left[\frac{2(h_о - h)\sin(\beta_о)}{r_о} + 1\right]}. \quad (3)$$

где $A = \frac{(\delta_п + 0{,}652 \times 10^{-13} p_{н1})^3}{\nu\rho}$;

где $p_в$, $p_о$ и $p_{н1}$ — давление топлива, соответственно, в наполнительной и отсечной магистрали и в полости над плунжером в начале расчётного интервала; $\delta_п$ — зазор в компрессионной части плунжера;

При использовании в дизелях альтернативных топлив несомненна важность оценки утечек топлива в топливной аппаратуре и влияния на рабочий процесс и эффективность использования теплоты в цикле

УДК 536.2. Научная специальность: 05.04.02.

Численное исследование показателей тепловыделения дизеля от зазора прецизионных элементов топливной аппаратуры

Андрей Е. Свистула, д.т.н., декан факультета энергомашиностроения и автомобильного транспорта (ФЭАТ), заведующий кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» (ДВС); **Алексей Г. Кузьмин**, к.т.н., доцент кафедры ДВС; **Александр С. Арефьев**, студент магистратуры, Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова (АлтГТУ)

Приведены результаты исследования влияния зазоров в прецизионных сопряжениях топливной аппаратуры, геометрических размеров деталей, режима работы двигателя на утечки топлива. Установлена связь величины утечек в прецизионных сопряжениях и параметров впрыска топлива, рабочего процесса дизеля, эффективности использования теплоты в цикле.

Ключевые слова: *дизельная топливная аппаратура, зазор, прецизионные сопряжения, утечки топлива, метод анализа, индикаторный КПД.*

UDC 536.2. Number of scientific specialty: 05.04.02.

Numerical investigation of indicators of heat discharge of a diesel from the gap of precision elements of fuel equipment

Andrey E. Svistula, Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Power Engineering and Automobile Transport (FPEAT), Head of the Department of Internal Combustion Engines (ICE); **Alexey G. Kuzmin**, PhD, Associate Professor, Department of ICE; **Alexander S. Arefyev**, graduate student, Polzunov Altai State Technical University (Barnaul city)

The results of the study of the effect of gaps in precision interfaces of fuel equipment, the geometric dimensions of parts, and the engine operating mode on fuel leaks are presented. A relationship has been established between the magnitude of leaks in precision interfaces and fuel injection parameters, the diesel engine workflow, and the efficiency of using heat in a cycle.

Key words: *diesel fuel equipment, clearance, precision interfaces, fuel leakage, analysis method, indicator efficiency.*

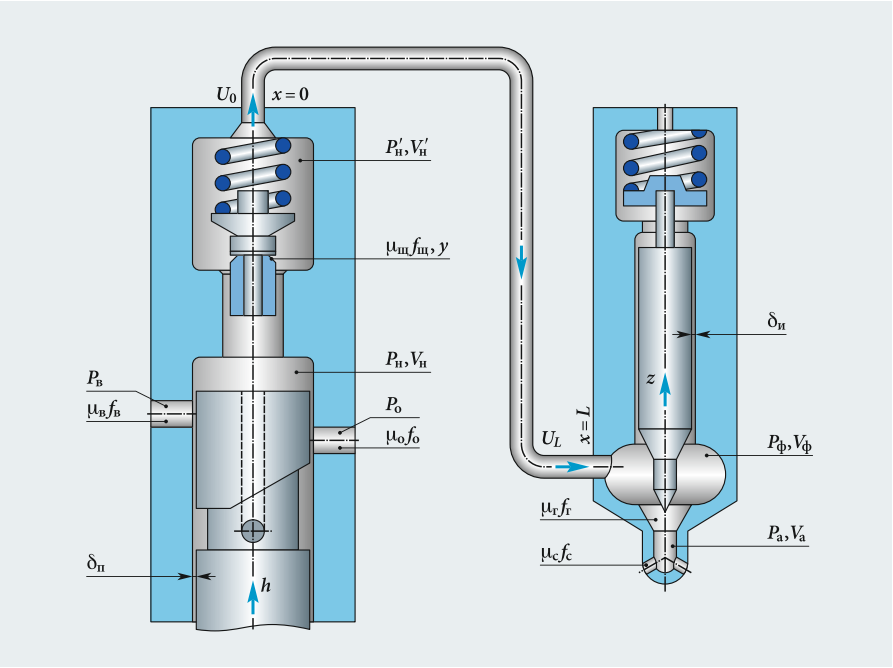


Рис. 1. Расчётная схема классической топливной системы

ν и ρ — динамическая вязкость и плотность топлива; $d_п$ и $l_п$ — диаметр плунжера и длина компрессионной части плунжера; $n_в$ и n_o — количество наполнительных и отсечных отверстий; h — ход плунжера; $h_в$ — расстояние от нагнетательной кромки до нижней кромки наполнительного отверстия; h_o — длина золотниковой части плунжера под отсечным отверстием; $r_в$ и r_o — радиусы наполнительного и отсечного отверстий; $\beta_в$ и β_o — углы наклона нагнетательной и отсечной кромки плунжера к его оси.

Утечки топлива через зазор между иглой и корпусом распылителя:

$$Q_{уф} = \frac{\pi d_и \delta_и^3 p_{ф1}}{96 \nu \rho l_и}, \qquad (4)$$

где $d_и$ и $l_и$ — диаметр и длина компрессионной части иглы; $\delta_и$ — зазор между иглой и корпусом распылителя; $p_{ф1}$ — давление в кармане корпуса распылителя в начале расчётного интервала времени.

Для анализа тепловыделения и индикаторного КПД поршневого двигателя внутреннего сгорания (ДВС) использован метод [11–13], апробированный на кафедре «Двигатели внутреннего сгорания» АлтГТУ, в соответствии с которым индикаторный КПД η_i представляет собой разность относительного количества располагаемой теплоты, введённой в цикл, и долей потерянной $\Delta X_{нп}$ и неиспользуемой δ_i теплоты в цикле:

$$\eta_i = 1 - \Delta X_{нп} - \delta_э - \delta_{нс} - \delta_к - \delta_w, \qquad (5)$$

где неиспользование теплоты δ_i определяется по уравнению непосредственной связи индикаторного КПД с характеристиками выделения и отвода теплоты от рабочего тела, которые описывают одну из сторон внутрицилиндровых процессов: выгорания топлива, теплообмена, диссоциации и пр., и выражается коэффициентами неиспользования теплоты $\delta_э$, $\delta_{нс}$, $\delta_к = \delta_c + \delta_t$ и δ_w, соответственно: в эталонном цикле, от несвоевременности ввода [11], переменности состава и температуры рабочего тела, по причине отвода теплоты по ходу развития цикла [12–13].

Расчётно-экспериментальные исследования проводились применительно к топливной аппаратуре типа ТН 10×10 дизеля размерностью 13/14 [7].

Наибольшие утечки в плунжерной паре (более 95%) наблюдаются в наполнительное и отсечное отверстия и лишь менее 5% — через компрессионную часть плунжера (рис. 2). Наибольшая скорость утечек наблюдается в момент впрыска и продолжается в течение 8–10° п.к.н. Утечки через компрессионную часть плунжера уменьшаются с увеличением её длины и могут быть практически устранены введением аккумулирующего объёма в виде кольцевых канавок. Утечки

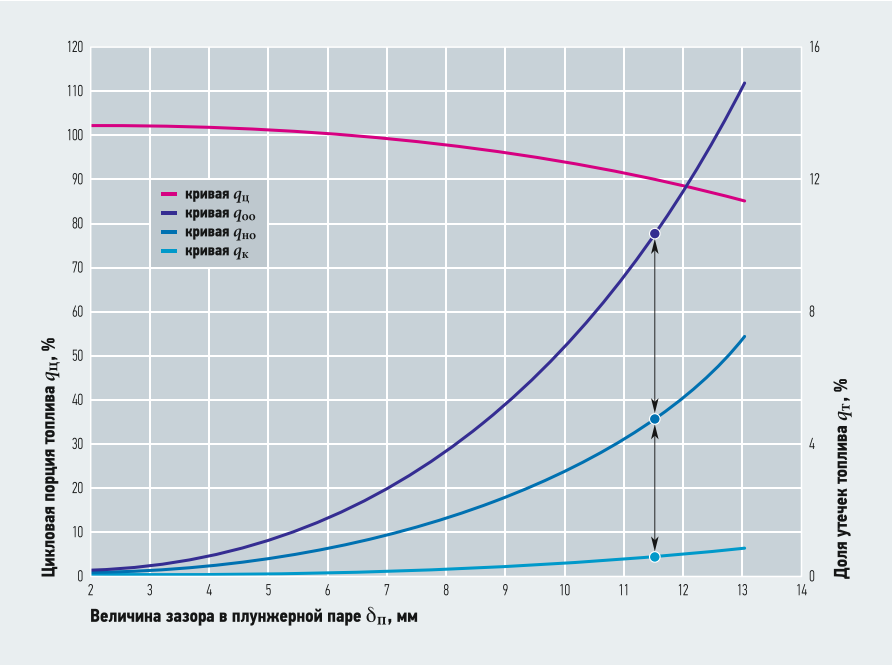


Рис. 2. Влияние зазора в плунжерной паре на цикловую подачу и утечки топлива

топлива через зазор между иглой и корпусом распылителя форсунки очень незначительны и составляют сотые доли процента от общего объёма утечек. С увеличением зазора в плунжерной паре (рис. 2) утечки резко возрастают. Следует отметить, что износ плунжерной пары происходит неравномерно, даже при небольшом среднем зазоре утечки могут достигать значительных величин.

Для анализа тепловыделения и индикаторного КПД поршневого ДВС использован метод, апробированный в АлтГТУ, в соответствии с которым индикаторный КПД представляет собой разность относительного количества располагаемой теплоты, введённой в цикл, и долей потерянной и неиспользуемой теплоты в цикле

Увеличение диаметра плунжера приводит к относительному уменьшению площади зазора и, соответственно (при неизменной цикловой подаче топлива), к снижению доли утечек при одновременном росте динамики впрыска — увеличивается давление и сокращается продолжительность впрыска.

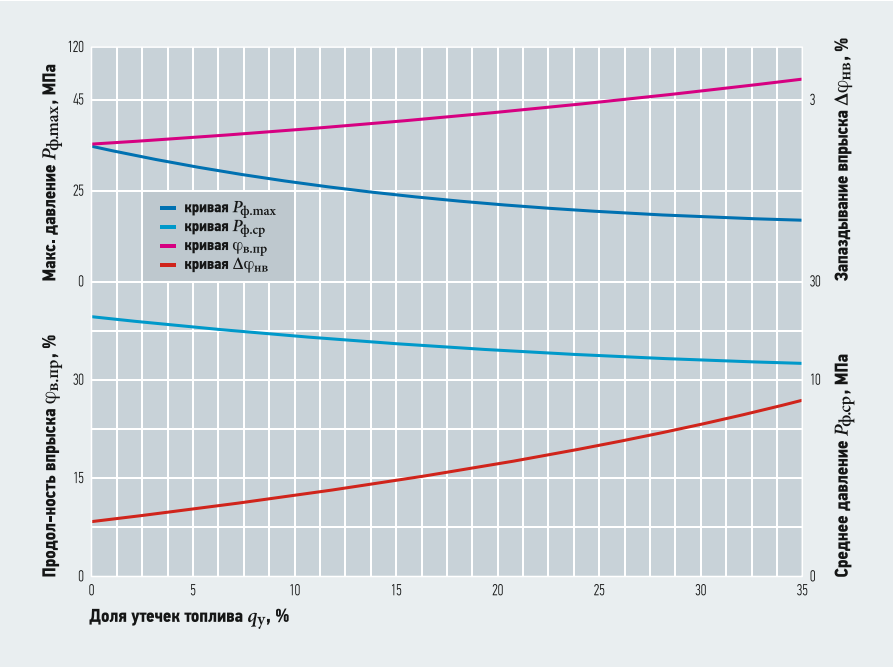


Рис. 3. Зависимость параметров впрыска от относительной величины суммарных утечек топлива ($q_ц$ = const)

С увеличением относительной величины суммарных утечек топлива $q_у$ (рис. 3) наблюдается запаздывание угла начала подачи топлива $\Delta\varphi_{нв}$, уменьшение максимального $P_{ф.max}$ и среднего $P_{ф.ср}$ давлений и, соответственно, объёмной скорости впрыскивания, увеличение продолжительности подачи топлива $\varphi_{в.пр}$ (при сохранении цикловой порции топлива, поданной в цилиндр). Следует отметить, что при достижении относительной величины утечек более 15% объёмная скорость поступления топлива в форсунку снижается настолько, что возможна промежуточная посадка иглы форсунки и дробный впрыск топлива. Отмеченное явление приводит к дополнительному увеличению продолжительности впрыскивания топлива, снижению давления и, соответственно, динамики впрыскивания топлива.

На рис. 4 показано изменение параметров тепловыделения и баланса теплоты в зависимости от суммарных утечек топлива при условии сохранения неизменными угла начала подачи топлива $\varphi_{нв}$ и цикловой порции топлива $q_ц$, поданной в цилиндр. Рост тепловыделения в диффузионной фазе в более поздний период относительно верхней мёртвой точки (ВМТ) приводит к значительному увеличению коэффициентов, определяемых несвоевременностью ввода теплоты $\delta_{нс}$ на 1,5% и её неполнотой $\Delta_{нп}$ на 1%. Другие коэффициенты не претерпевают существенных изменений. В целом, увеличение утечек топлива $q_у$ до 30% вызывает падение индикаторного КПД η_i на 0,02, что составляет более 4,5% от его величины.

С увеличением утечек топлива $q_у$ до 30% одновременно происходит запаздывание угла начала впрыска топлива $\varphi_{нв}$ (рис. 3). Такое изменение характеристики впрыска приводит к снижению среднего индикаторного давления P_i, индикаторного КПД η_i, что вызвано значительным ростом коэффициентов несвоевременности $d_{нс}$ и неполноты $\Delta_{нп}$ ввода теплоты, соответственно, на 2,5% и 1,5% (рис. 5). В целом, индикаторный КПД η_i снижается на 0,037, что составляет почти 8% к уровню его начального значения. Итак, увеличение утечек топлива до 30% по отношению к цикловой порции даже при их компенсации увеличением активного хода плунжера приводит к снижению индикаторной экономичности на 8%.

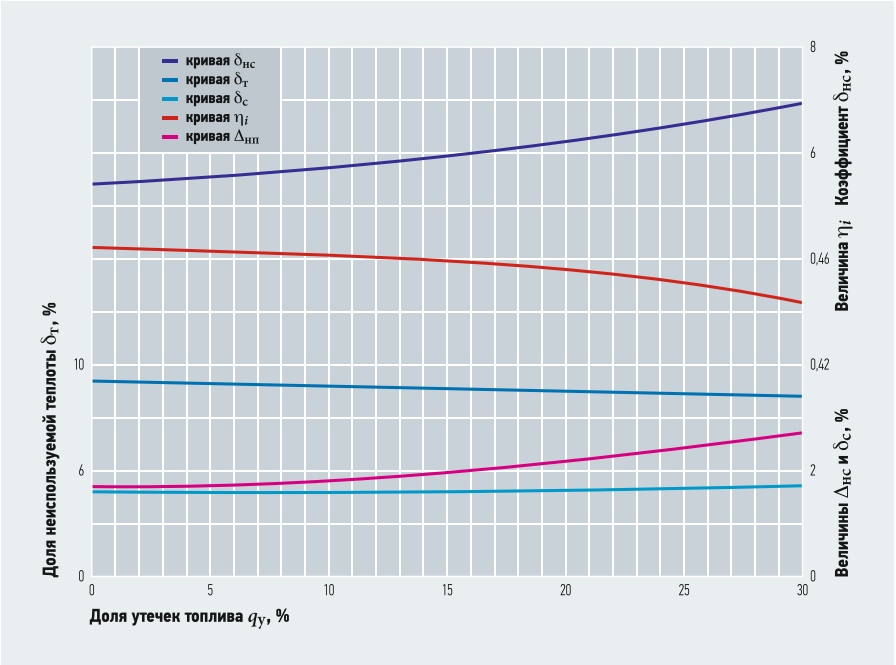


Рис. 4. Параметры тепловыделения и составляющие баланса теплоты в зависимости от суммарной утечки топлива ($q_ц$ = const, $\varphi_{нв}$ = const, n = const)

Численным методом исследовано влияние утечек топлива через зазоры в прецизионных деталях топливной аппаратуры на параметры впрыска, рабочего процесса и индикаторный КПД

Итак, численным методом исследовано влияние утечек топлива через зазоры в прецизионных деталях топливной аппаратуры на параметры впрыска, рабочего процесса и индикаторный КПД. Установлена количественная и качественная связь величины утечек в прецизионных элементах и параметров рабочего процесса дизеля, эффективности использования теплоты в цикле: наличие утечек вызывает снижение относительной скорости впрыска топлива, рост коэффициентов несвоевременности $\delta_{нс}$ и неполноты $\Delta_{нп}$

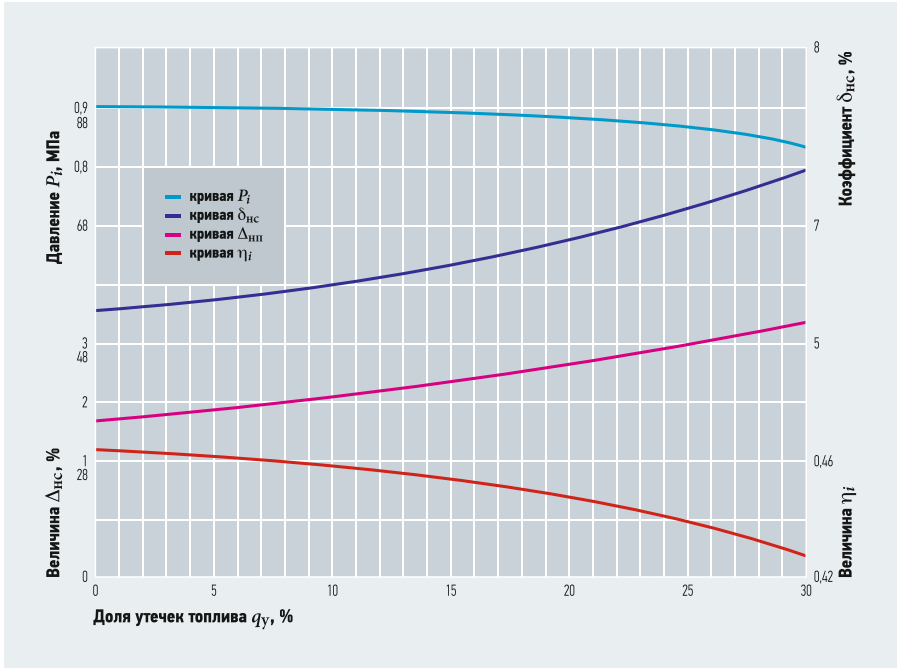
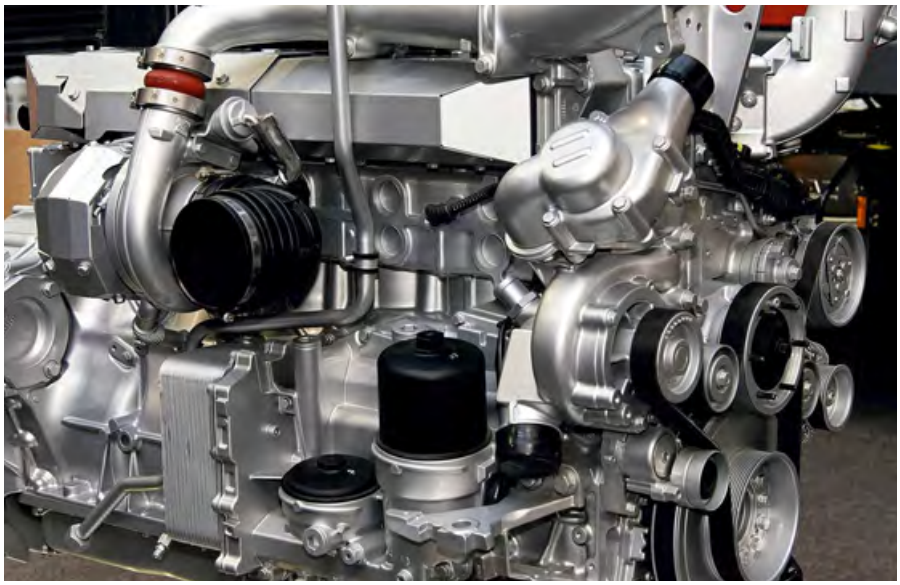


Рис. 5. Составляющие баланса теплоты в зависимости от суммарной утечки топлива ($q_ц$ = const, $\varphi_{нв}$ = var, n = const)



ввода теплоты, что определяет снижение индикаторного КПД η_i на 8 %. Целесообразно выполнять оценку утечек топлива в топливной арматуре, изменения параметров рабочего процесса и эффективности использования теплоты в цикле при переводе двигателя на альтернативные топлива [6, 8, 14] для разработки эффективных конструктивных и технологических мероприятий [15].

1. Астахов И.В., Трусов В.И., Хачиян А.С. и др. Подача и распыливание топлива в дизелях. — М.: Машиностроение, 1972. 359 с.
2. Таусенев Е.М., Свистула А.Е. Надёжность, основные неисправности и причины отказов насосов высокого давления аккумуляторных топливных систем дизелей // Машиностроение и компьютерные технологии, 2012. №9. С. 7.
3. Таусенев Е.М., Свистула А.Е. Применение теплоизоляторов при ремонте, техническом обслуживании и модернизации топливной аппаратуры дизелей, постановка цели, выбор объекта и методов исследования // Машиностроение и компьютерные технологии, 2012. №8. С. 4.
4. Матиевский Г.Д., Свистула А.Е. Оптимизационная скоростная характеристика двигателя // Вестник СО Академии военных наук, 2011. №10. С. 111.
5. Васильев И.П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля: Монография. — Луганск: Изд-во СНУ ім. В. Даля, 2009. 240 с.
6. Мысник М.И., Свистула А.Е. Анализ теплофизических свойств альтернативных топлив для двигателей внутреннего сгорания // Ползуновский вестник, 2009. №1–2. С. 37–43.
7. Свистула А.Е., Свистула И.А., Фролкин А.С. Опыт использования рапсового масла в качестве топлива для дизелей ПО «АМЗ» / В сб.: Энергетические, экологические и технологические проблемы экономики (ЭЭТПЭ). — Барнаул: Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, Институт водных и экологических проблем СО РАН, Институт химической кинетики и горения СО РАН, АлтГТУ. Изд-во «Алтайский дом печати», 2008. С. 226–229.
8. Мысник М.И., Свистула А.Е. Исследование характеристик струи рапсового масла, распылённого форсункой Common Rail // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования, 2016. Т. 3. №1. С. 21–25.
9. Ивановский В.Г., Никонов Г.В., Фомин Ю.Я. Топливная аппаратура дизелей. — М.: Машиностроение, 1982. 168 с.
10. Мысник М.И., Свистула А.Е. Метод гидродинамического расчёта комбинированной системы питания дизельного двигателя / В сб.: Повышение экологической безопасности автотракторной техники сборник статей. — Барнаул: Российская Академия транспорта, АлтГТУ, 2010. С. 67–73.
11. Матиевский Д.Д. Анализ экономичности использования тепла в расчётном цикле ДВС // Известия ВУЗов. Серия: Машиностроение, 1981. №8. С. 71–74.
12. Matievsky D.D., Svistula A.E. The influence of effective utilization degree of diesel engine cylinder air charge on soot emission and indicated efficiency. Vilnius. Technika: Transport. 2005. No. 3. Pp. 96–98.
13. Матиевский Д.Д., Свистула А.Е. Несвоевременность выделения теплоты в циклах ДВС // Ползуновский вестник, 2007. №4. С. 79–87.
14. Марков В.А., Иващенко Н.А., Девянин С.Н., Нагорнов С.А. Использование биотоплив на основе растительных масел в дизелях // Вестник МГТУ. Серия: Машиностроение, 2012. Спец. вып. №7. С. 74–81.
15. Матиевский Д.Д., Приходько Е.Е., Свистула А.Е. Применение металлоплакирующих составов в ДВС / Совершенствование мощностных, экономических и экологических показателей ДВС: Мат. научн.-практ. семинара ВлГУ. — Владимир: Изд-во ВлГУ, 1997. С. 30–31.

References — see page 96.

PLUMBING AND SANITARY ENGINEERING, WATER SUPPLY, DRAINAGE

Automatic fire-extinguishing systems with water mist for high-bay warehouses. Pp. 28–30.

Oksana N. Oblasova, Lead Responsible Engineer of "Automatic control of fire protection systems", LLC (Yekaterinburg city); **Olga B. Dubrovina**, PhD, Associate Professor, Department of Water Resources and Water Technology, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (UrFU, Yekaterinburg city)

1. *SP* [The Code of Practice on Design and Construction] *241.1311500.2015. Sistemy protivopozharnoj zashhity. Ustanovki vodjanogo pozharotushenija vysotnyh stellazhnyh skladov avtomaticheskie. Normy i pravila proektirovanija* [Fire protection systems. Installation of water fire extinguishing high-rise shelving warehouses automatic. Design rules and regulations]. Moscow. *FGU VNIIPO MChS Rossii* [Federal State-Financed Establishment "All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters"]. 2015. 11 p. [In Russian]
2. *STO-STU* [Organization standard in terms of special technical conditions] *420541.004. Avtomaticheskie ustanovki vodjanogo pozharotushenija "AUP-Gefest". Proektirovanie* [Automatic water fire extinguishing units "AEU-Gefest". Design]. Moscow. *FGU VNIIPO MChS Rossii* [Federal State-Financed Establishment "All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters"]. 2016. 52 p. [In Russian]
3. *Federal'nyj zakon ot 22.07.2008 No. 123-FZ* [The Federal Act of the Russian Federation No. 123 of July 22, 2008]. *Tehnicheskij reglament o trebovanijah pozharnoj bezopasnosti (posl. red.)* [Technical regulations on fire safety requirements (last edition)]. Web-source: legalacts.ru. Access data: September 19, 2018. [In Russian]

The influence of phytoplankton on the formation of water quality and methods of its removal. Part 1. Pp. 32–35.

Zhanna M. Govorova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Water supply and Sanitation, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU); **Oleg B. Govorov**, PhD, Chief Specialist of the technology department of "MosvodokanalNIIproject Institute", JSC

1. Rudenko G.G., Goronovskij I.T. *Udalenie primesej iz prirodnyh vod na vodoprovodnyh stancijah* [Removal of impurities from natural waters at waterworks]. Kiev. *Budivel'nik* ["Budivel'nik" ("The Constructor") Magazine]. 1976. 208 p. [In Russian]
2. Vasil'eva A.I., Nasyrova M.R., Kantor L.I., Truhanova N.V., Mel'nickij I.A. *Rol' vodoroslej v obrazovanii pobochnyh produktov hlorirovanija vody* [The role of algae in the formation of water chlorination by-products]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika* ["Water supply and sanitary equipment" Magazine]. 2014. No. 3. Pp. 34–38. [In Russian]
3. Mokienko A.V. *Cianobakterii kak opasnye kontaminaty poverhnostnyh vodoemov* [Cyanobacteria as dangerous contaminants of surface water bodies]. *VodaMagazine* [WaterMagazine]. 2017. No. 2. Pp. 20–24. [In Russian]
4. Skrjabin A.Ju., Popov'jan G.V., Tron' I.A. *Mikrovodorosli kak faktor, vlijashhij na organoleptic heskie svojstva vody reki Don* [Microalgae as a factor influencing the organoleptic properties of the water of the Don River]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika* ["Water supply and sanitary equipment" Magazine]. 2015. No. 8. Pp. 38–43. [In Russian]
5. Gusev E.E. *Odorirujushhie veshhestva biologicheskogo proishozhdenija v prirodnyh vodah i sposoby ih udalenija pri vodopodgotovke* [Odoring substances of biological origin in natural waters and methods for their removal during water treatment]. *Diss. kand. tehn. nauk. po spec. 05.23.04* [The PhD thesis in the specialty No. 05.23.04]. Moscow. *NII VODGEO* [State Scientific Center of Russia — "VODGEO Research Institute", JSC]. 2007. 180 p. [In Russian]
6. Alekseeva L.P. *Snizhenie koncentracii hlororganicheskih soedinenij, obrazujushhihsja v processe podgotovki pit'evoj vody* [Reducing the concentration of organochlorine compounds formed in the process of preparing drinking water]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika* ["Water supply and sanitary equipment" Magazine]. 2009. No. 9. Pp. 27–34. [In Russian]
7. Zhanna Govorova, Galina Gorenko, Uliana Rudich and Vadim Govorov. Evaluation of barrier functions of traditional water supply facilities in relation to toxic trihalomethanes. MATEC Web of Conferences. Vol. 251 (03032). 2018.
8. Hong H.C., Mazumber A., Wong M.H., Liang Y. Yield of trihalomethanes and haloacetic acids upon chlorinating algal cells, and its prediction via algal cellular biochemical composition. Water Research. 2008. No. 42. Pp. 4941–4948.

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

Assessment of efficiency of work of supply valves in the conditions of operation in a multi-apartment housing house. Pp. 52–55.

Evgeny A. German, PhD, Associate Professor, Department of Internal Combustion Engines (ICE); **Aleksey G. Kuzmin**, PhD, Associate Professor, Department of ICE; **Alexander V. Shashev**, PhD, Associate Professor, Department of Engineering Networks, Heat Engineering and Hydraulics, Polzunov Altai State Technical University (Barnaul city)

1. *SP* [The Code of Practice on Design and Construction] *60.13330.2016. Otoplenie, ventiljacija i kondicionirovanie vozduha* [Heating, ventilation and air conditioning]. *Aktual. red. SNiP 41-01–2003* [Updated edition of Building Norms & Regulations No. 41-01–2003]. [In Russian]
2. *SP* [The Code of Practice on Design and Construction] *54.13330.2011. Zdanija zhilye mnogokvartirnye* [Residential apartment buildings]. *Aktual. red. SNiP 31-01–2003* [Updated edition of Building Norms & Regulations No. 31-01–2003]. [In Russian]
3. Kitajceva E.H., Maljavina E.G. *Estestvennaja ventiljacija zhilyh zdanij* [Natural ventilation of residential buildings]. *AVOK* [Journal of the Non-commercial partnership "Engineers for heating, ventilation, air conditioning, heat supply and construction thermal physics"]. 1999. No. 3. Pp. 35–43. [In Russian]

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

About emergency air pollution by heat motor transport engines. Pp. 56–61.

Vladimir N. Lozhkin, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Olga V. Lozhkina**, PhD, Associate Professor; **Bogdan V. Gavkalyk**, PhD; **Maxim A. Kosovets**, an adjunct student, Saint Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

1. Lozhkin V.N., Lozhkina O.V. *Prognozirovanie zagrjaznenija vozduha otrabotavshimi gazami dvigatelej sudov i avtotransporta* [Prediction of air pollution from exhaust engines of ships and vehicles]. *Transport Rossijskoj Federatsii* [Transport of the Russian Federation]. 2017. No. 1. Pp. 59–62. [In Russian]
2. Takeaki Orihara. An update of vehicle emission control policies and regulations in Japan and Tokyo. Motor Vehicle/Vessel Emissions Control Workshop 2016. December 14, 2016.
3. Michelle L. Bell, Devra L. Davis, Tony Fletcher. A retrospective assessment of mortality from the London smog episode of 1952: The role of influenza and pollution. Environmental Health Perspective. 2004. Vol. 112. No. 1. Pp. 6–8.
4. Lozhkin V.N., Lozhkina O.V. *Upravlenie jekologicheskoj bezopasnost'ju gorodskogo transporta. Issledovanie jeffektivnosti upravlenija jekologicheskoj bezopasnost'ju gorodskogo transporta na primere Sankt-Peterburga* [Management of environmental safety of urban transport: The study of the effectiveness of environmental safety management of urban transport on the example of St. Petersburg]. *Lambert Academic Publishing*. 2011. 204 p. [In Russian]
5. *Oficial'nyj sajt Vsemirnoj organizacii zdravoohranenija* [Official site of the World Health Organization]. Web-source: who.int. Access data: May 22, 2018.
6. *Jekologicheskij portal Sankt-Peterburga* [Ecological portal of St. Petersburg]. Web-source: infoeco.ru. Access data: June 11, 2018. [In Russian]
7. Härkönen J. Regulatory dispersion modelling of traffic-originated pollution. Finnish Meteorological Institute, Contributions No. 38. University Press. Helsinki, Finland. 2002. 103 p.
8. Vasil'ev A.N, Tarhov D.A., Shemjakina T.A. *Nejrosetevoj podhod k zadacham matematicheskoj fiziki* [Neural network approach to the problems of mathematical physics]. St. Petersburg. *Nestor-istorija* ["Nestor-History" Publishing House] 2015. 260 p. [In Russian]
9. Lozhkina O.V., Lozhkin V.N., Nevmerzhitsky N.V., Tarhov D.A., Vasilyev A.N. Motor transport related harmful PM2.5 and PM10: from on-road measurements to the modelling of air pollution by neural network approach on street and urban level. Journal of Physics: Conference Series. 2016. Vol. 772. No. 1. Pp. 1–6.

Numerical modeling of heat and mass transfer in the evaporative humidifier. Pp. 62–65.

Harry M. Pozin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Professor of the Saint Petersburg State University of Technology and Design (SUTD); **Vera M. Ulyasheva**, Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor, Professor; **Nikita M. Kryshkin**, graduate student, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)

1. Stefanov E.V. *Ventiljacija i kondicionirovanie vozduha* [Ventilation and air conditioning]. Saint Petersburg. *Izd-vo "AVOK Severo-Zapad"* ["Engineers for heating, ventilation, air conditioning, heat supply and construction thermal physics — North-West" Publishing House]. 2005. 402 s. [In Russian]
2. Majsocenko V.S. *Teplomassoobmen v kosvenno-isparitel'nyh vozduhoohladiteljah regenerativnogo tipa* [Heat and mass transfer in indirect-evaporative air coolers of the regenerative type]. *Promyshlennaja teplotehnika* ["Industrial heat engineering" Magazine]. 1987. Vol. 9. No. 2. Pp. 84–87. [In Russian]
3. Sotnikov A.G. *Processy, apparaty i sistemy kondicionirovanija vozduha i ventiljacii* [Processes, apparatus and systems of air conditioning and ventilation]. Vol. 2. Part 2. Saint Petersburg. 2007. 512 p. [In Russian]
4. Kokorin O.Ja. *Sravnenie sistem kondicionirovanija vozduha po pokazateljam jenergeticheskoj jeffektivnosti* [Comparison of air conditioning systems in terms of energy efficiency]. *AVOK* [Non-commercial partnership "Engineers for heating, ventilation, air conditioning, heat supply and construction thermal physics"]. 2011. No. 2. Pp. 46–48. [In Russian]
5. Tarabanov M.G. *Uvlazhnenie vozduha v sistemah ventiljacii i kondicionirovanija* [Air humidification in ventilation and air conditioning systems]. *Inzhenernye sistemy. AVOK Severo-Zapad* [Engineering systems. Non-commercial partnership "Engineers for heating, ventilation, air conditioning, heat supply and construction thermal physics — North-West"]. 2009. No. 3. Pp. 50–55. [In Russian]
6. Anisimov S.M. *Teplomassoobmen v apparatah s poristoj nasadkoj sistem kondicionirovanija vozduha* [Heat and mass transfer in devices with a porous nozzle of air conditioning systems]. Diss. d-ra tehn. nauk po spec. 05.23.03 [The dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences in specialty of No. 05.23.03]. Saint Petersburg. 1998. 385 p. [In Russian]
7. Averkin A.G. *Nauchnye osnovy sovershenstvovanija ustrojstv teplovlazhnostnoj obrabotki vozduha v sistemah kondicionirovanija* [Scientific basis for improving the devices of heat and moisture treatment of air in air conditioning systems]. Diss. d-ra tehn. nauk po spec. 05.23.03 [The dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences in specialty of No. 05.23.03]. Penza. 2013. 332 p. [In Russian]
8. Koroljova N.A. *Razrabotka jenergojeffektivnyh sistem kondicionirovanija vozduha s isparitel'nym ohlazhdeniem i adiabatnym uvlazhneniem* [Development of energy-efficient air conditioning systems with evaporative cooling and adiabatic humidification]. Diss. kand. tehn. nauk po spec. 05.23.03 [The dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences in specialty of No. 05.23.03]. Volgograd. 2015. 173 p. [In Russian]
9. *R 017 NOSTROJ* [The recommendation No. 017 of the National Association of Builders] *2.15.6–2014. Inzhenernye seti zdanij i sooruzhenij vnutrennie. Rekomendacii po ustrojstvu jenergojeffektivnyh shem sistem ventiljacii i kondicionirovanija vozduha* [Engineering networks of buildings and structures internal. Recommendations on the device energy-efficient circuits of ventilation systems and air conditioning]. Moscow. *Izd-vo "BST"* ["Bulletin of Construction Equipment" Publishing House]. 2014. 114 p. [In Russian]

10. Kanev M.A. *Sozdanie vlazhnostnogo rezhima v administrativnyh pomeshhenijah dlja severnoj klimaticheskoj zony* [Creating a humidity regime in administrative premises for the northern climatic zone]. Diss. kand. tehn. nauk po spec. 05.23.03 [The dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences in specialty of No. 05.23.03]. Saint Petersburg. 2016. 169 p. [In Russian]
11. Grimitlin A.M., Dacjuk T.A., Denisihina D.M. *Matematicheskoe modelirovanie v proektirovanii sistem ventiljacii i kondicionirovanija* [Mathematical modeling in the design of ventilation and air conditioning]. Saint Petersburg. *AVOK Severo-Zapad* [Publishing House of the Non-commercial partnership "Engineers for heating, ventilation, air conditioning, heat supply and construction thermal physics — North-West"]. 2013. 192 p. [In Russian]
12. Vasil'ev V.F., Uljasheva V.M., Kanev M.A., Rjabev G.A. *O primenenii modelej turbulentnosti pri chislennom modelirovanii processov teplo-, vozduho- i massoobmena* [On the use of turbulence models in the numerical simulation of the processes of heat, air and mass transfer]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.)* [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]. 2016. No. 12. Pp. 66–69. [In Russian]

The proposed approach to selection of the design climate parameters for the warm period of the year. Pp. 72–75.

Elena G. Malyavina, PhD, Professor; **Pham Van Lyong**, postgraduate student, National Research University Moscow State of Civil Engineering (NRU MGSU)

1. Tabunshhikov Ju.A., Akopov B.A. *Jenergeticheskie vozmozhnosti naruzhnogo klimata* [Energy potential outdoor climate]. *Jenergosberezhenie* ["Energy saving" Magazine]. 2008. No. 4. Pp. 51–55. [In Russian]
2. Synkov I.V., Gogolev N.A., Prusova Zh.V. *Osobennosti vybora klimaticheskih parametrov pri proektirovanii sistem holodosnabzhenija SKV* [Features of the choice of climatic parameters in the design of cooling systems SCR]. *AVOK* [Journal of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics]. 2016. No. 3. Pp. 64–71. [In Russian]
3. Kostin V.I. *Vybor parametrov naruzhnogo vozduha dlja perehodnyh uslovij pri raschete sistem klimatizacii* [Selection of outdoor air parameters for transient conditions in the calculation of air-conditioning systems]. *Izvestija vuzov. Serija: Stroitel'stvo* [Proc. of universities. Series: Construction]. 2014. No. 2. Pp. 57–60. [In Russian]
4. ASHRAE Handbook Fundamentals (ASHRAE 2017). American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Inc. Atalanta, USA. 2017.
5. Fasol'ko D.V., Kobysheva N.V. *Klimaticheskoe obespechenie vysotnyh zdanij* [Climate maintenance of high-rise buildings]. *Trudy Glavnoj geofizicheskoj observatorii im. A.I. Voejkova* [Proc. of the Main Geophysical Observatory named after A.I. Voeikov]. 2017. No. 584. Pp. 113–122. [In Russian]
6. *SP* [Set of Rules] *131.13330.2012. Stroitel'naja klimatologija. Aktualiz. red. SNiP 23-01–99** [Construction climatology. Updated edition of Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia) 23-01–99*]. Moscow. *Minregionrazvitija RF* [Ministry of Regional Development of the Russian Federation]. 2012. [In Russian]
7. *TCVN 5687.2010. Tiêu chuẩn quốc gia. Thông gió — điều hòa không khí.* [Ventilation, air conditioning. Design Standards]. Hà Nội [Hanoi]. *Tiêu chuẩn thiết kế* [Design standards of the Socialist Republic of Vietnam]. 2010. [In Vietnamese]
8. Trần Ngọc Chấn [Chang Ngoc Tian]. *Điều hòa không khí* [Air conditioning]. Hà Nội [Hanoi]. *Nhà xuất bản xây dựng* ["Construction" Publishers]. 2002. [In Vietnamese]
9. Maljavina E.G., Fam Van Lyong. *Vybor raschetnyh temperatury i jental'pii naruzhnogo vozduha po zadannoj obespechennosti* [Selection of design temperature and enthalpy of outdoor air according to the given availability]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.)* [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]. 2017. No. 12. Pp. 74–76. [In Russian]
10. *Dannye o sostojanii prirodnoj sredy* [Data on the state of the environment]. *Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut gidrometeorologicheskoj informacii — Mirovoj centr dannyh (VNIIGMI-MCD)* [All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information — World Data Center]. Web-source: meteo.ru. Access data: Mart 10, 2014.
11. *Meteorologicheskoe i gidrologicheskoe upravlenie V'etnama* [Meteorological and Hydrological Department of Vietnam]. Web-source: kttvqg.gov.vn. Access data: September 10, 2016.
12. Maljavina E.G., Malikova O.Ju., Fam Van Lyong. *Metod vybora raschetnyh temperatury i jental'pii naruzhnogo vozduha v teplyj period goda* [The method of selecting the calculated temperature and enthalpy of outside air in the warm season]. *AVOK* [Journal of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics]. 2018. No. 3. Pp. 60–64. [In Russian]

The possibility of reducing the design air flow in public buildings at the automation of HVAC systems. Pp. 76–78.

Oleg D. Samarin, PhD, Assistant Professor, Moscow State National Research University of Civil Engineering (NRU MGSU); **Svetlana S. Azivskaya**, Leading Engineer, "GazpromTransgazMoskva", Ltd.

1. Samarin O.D. *Teplofizika. Jenergosberezhenie. Jenergojeffektivnost'* [Thermophysics. Energy saving. Energy efficiency]. Moscow. *Izd-vo ASV* [State Unitary Enterprise "Design Products Center in Construction"]. 2014. 296 p. [In Russian]
2. Doroshenko A.V. *Imitacionnaja termodinamicheskaja model' zdanija* [Simulation thermodynamic model of the building]. *Bjulleten' stroitel'noj tehniki* [Bulletin of construction equipment]. 2017. No. 12. Pp. 42–43. [In Russian]
3. Mar'jasin O.Ju., Kolodkina A.S. *Upravlenie teplovym rezhimom zdanij s ispol'zovaniem prognozirujushhih modelej* [Model predictive control for building temperature regulation]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. Serija: Tehnicheskie nauki* [Proc. of the Samara State Technical University]. 2017. No. 1. Pp. 122–132. [In Russian]
4. Panferov V.I. *Ob jekonomii teploty pri avtomatizacii sistem otoplenija zdanij* [On heat saving in case of heating automation]. *Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of the South Ural State University. Series: Construction Engineering and Architecture]. 2016. Vol. 16. No. 2. Pp. 52–57. [In Russian]
5. Rafal'skaja T.A., Berezka A.K., Savenkov A.A. *Teoreticheskoe issledovanie teplozashhity ograzhdajushhih konstrukcij zdanij pri avarijnom teplosnabzhenii. V sb.: Aktual'nye voprosy arhitektury i stroitel'stva. Mat. X Vseross. nauch.-tehn. konf.* [Theoretical study of thermal protection of building envelopes in case of emergency heat supply. Topical issues of architecture and construction. Papers of the 10th All-Russian Scientific and Technical Conference]. Novosibirsk. *NGASU (Sibstrin)* [Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (SIBSTRIN)]. 2017. Pp. 213–218. [In Russian]
6. Rafalskaya T.A. Reliability and controllability of systems of centralized heat supply. Eastern European Scientific Journal. 2016. No. 2. Pp. 228–235.
7. De Rosa M., Bianco V., Scarpa F., Tagliafico L.A. Modelling of energy consumption in buildings: an assessment of static and dynamic models. Russian Journal of Construction Science and Technology. 2016. Vol. 2. No. 1. Pp. 12–24.
8. Gabrielaitiene I. Numerical simulation of a district heating system with emphases on transient temperature behavior. Proc. of the 8th International Conference "Environmental Engineering". Vilnius, Lithuania. Publishing House of the VilnGTU. 2011. Vol. 2. Pp. 747–754.
9. Samarin O.D., Azivskaja S.S. *O chislennom raschete kojefficienta assimiljacii peremennyh teplopostuplenij pri avtomatizacii sistem obespechenija mikroklimata* [On the numerical calculation of the coefficient of assimilation of variable heat gains during automation of microclimate support systems]. *Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal* [Magazine of Civil Engineering]. 2011. No. 5. Pp. 31–33. [In Russian]
10. *Stroitel'nyj katalog. Perechen' tipovoj dokumentacii obshhestvennyh zdanij dlja stroitel'stva v gorodah i poselkah gorodskogo tipa* [Building directory. The list of standard documentation of public buildings for construction in cities and urban settlements]. Moscow. *GUP CPP* [State Unitary Enterprise "Design Products Center in Construction"]. 1994. [In Russian]
11. Samarin O.D., Byzov N.I. *Vozmozhnosti povyshenija klassa jenergosberezhenija obshhestvennyh zdanij za schet teploutilizacii v sistemah ventiljacii* [Possibilities of the increase of the energy saving class by heat recovery in ventilating systems]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.)* [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]. 2017. No. 3. Pp. 72–75. [In Russian]

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

Evaluation of the fuel efficiency of piston engines after their transfer to gaseous fuel. Pp. 86–89.

Leonid V. Plotnikov, PhD, Associate Professor, Department of the Turbines and Engines, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (UrFU); **Andrey M. Kozubsky**, PhD, Chief Designer for hydraulic excavators of "Uralmashplant", JSC, Engineer of the "Lifting and transporting machines and robots" Department, UrFU; **Alexander G. Maksimenko**, Director of "Elitegas", LLC; **Leonid E. Osipov**, graduate student, Department of the Turbines and Engines, UrFU

1. Kavtaradze R.Z. *Teplofizicheskie processy v dizeljah, konvertirovannyh na prirodnyj gaz i vodorod: Monografija* [Thermophysical processes in diesel engines converted to natural gas and hydrogen: Monograph]. Moscow. *Izd-vo MGTU* [Publishing House of the Bauman Moscow State Technical University]. 2011. 240 p. [In Russian]
2. Kavtaradze Z.R., Kavtaradze R.Z. *Perspektivy primenenija porshnevyh dvigatelej na al'ternativnyh motornyh toplivah* [Prospects for the use of piston engines on alternative motor fuels]. *Transport na al'ternativnom toplive* ["Alternative fuel vehicles" Magazine]. 2010. No. 1. Pp. 74–80. [In Russian]
3. Luksho V.A., Kozlov A.V., Terenchenko A.S. *Ocenka pokazatelej prirodnogo gaza kak motornogo topliva v polnom zhiznennom tsikle* [Evaluation of natural gas as a motor fuel in the full life cycle]. *Transport na al'ternativnom toplive* ["Alternative fuel vehicles" Magazine]. 2011. No. 3. Pp. 4–9. [In Russian]
4. Luksho V.A. *Matematicheskaja model' termodinamicheskogo tsikla gazovogo dvigatelja* [Mathematical model of the thermodynamic cycle of a gas engine]. *Transport na al'ternativnom toplive* ["Alternative fuel vehicles" Magazine]. 2012. No. 6. Pp. 54–65. [In Russian]
5. Lapushkin N.A., Lisicyn E.B. *Matematicheskaja model' dlja opisanija dejstvitel'nyh processov v gazovyh i gazodizel'nyh dvigateljah* [A mathematical model to describe the actual processes in gas and gas diesel engines]. *Gruzovik* ["A Truck" Magazine]. 2006. No. 4. Pp. 45–49. [In Russian]
6. Klement'ev A.S., Bibikov M.N., Fil'kin N.M., Merkushev A.V. *Issledovanie vlijanija stepeni szhatija pri konvertacii dvigatelja avtomobilja GAZ-31105 "Volga" na gazovoe toplivo* [Research of the effect of compression when converting the engine of the car GAZ-31105 "Volga" on gas fuel]. *Transport na al'ternativnom toplive* ["Alternative fuel vehicles" Magazine]. 2010. No. 4. Pp. 14–17. [In Russian]
7. Klement'ev A.S. *Kontrol'nye rashody topliva dvigatelja avtomobilja IZH-27156, rabotajushhego na benzine i komprimirovannom prirodnom gaze* [Control fuel consumption of an IZH-27156 engine operating on gasoline and compressed natural gas]. *Avtomobil'naja promyshlennost'* ["Automotive industry" Magazine]. 2012. No. 2. Pp. 29–30. [In Russian]
8. Zlotin G.N., Zaharov E.A., Kuz'min A.V. *Regulirovka benzinovogo DVS pri perevode ego na szhizhennyj neftjanoj gaz* [Adjusting the gasoline engine when converting it to liquefied petroleum gas]. *Dvigatelestroenie* ["Engine building" Magazine]. 2007. No. 2. Pp. 29–31. [In Russian]
9. Amirante R., Distaso E., Tamburrano P., Reitz R.D. Laminar flame speed correlations for methane, ethane, propane and their mixtures, and natural gas and gasoline for spark-ignition engine simulations. International Journal of Engine Research. 2017. Vol. 18. No. 9. Pp. 951–970.
10. Barnstedt K., Ratzberger R., Grabner P., Eichlseder H. Thermodynamic investigation of different natural gas combustion processes on the basis of a heavy-duty engine. International Journal of Engine Research. 2016. Vol. 17. No. 1. Pp. 28–34.
11. Pacej P.S., Galyshev Ju.V. *Issledovanie vlijanija zakrutki zarjada na vpuske na parametry gazoporshnevogo dvigatelja* [Research of the effect of charge swirling at the inlet on the parameters of a gas piston engine]. *Izvestija Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovanija* ["News of the International Academy of Agrarian Education" Magazine]. 2017. No. 35. Pp. 93–99. [In Russian]
12. Burcev N.V., Burcev V.A. *Mnogotoplivnye gazovye dvigateli s jelementami adaptivnogo upravlenija* [Multi-fuel gas engines with adaptive control elements]. *Gazovaja promyshlennost'* ["Gas industry" Magazine]. 2008. №13. Pp. 68–73. [In Russian]
13. Heywood J.B. Internal combustion engine fundamentals. New York, USA. McGraw-Hill. 1988. 458 p.
14. Kavtaradze R.Z. *Teorija porshnevyh dvigatelej. Spec. glavy: Ucheb. dlja vuzov* [Theory of piston engines. Special chapters: A textbook for universities]. Moscow. *Izd-vo MGTU* [Publishing House of the Bauman Moscow State Technical University]. 2008. 720 p. [In Russian]

Numerical investigation of indicators of heat discharge of a diesel from the gap of precision elements of fuel equipment. Pp. 90–93.

Andrey E. Svistula, Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Power Engineering and Automobile Transport (FPEAT), Head of the Department of Internal Combustion Engines (ICE); **Alexey G. Kuzmin**, PhD, Associate Professor, Department of ICE; **Alexander S. Arefyev**, graduate student, Polzunov Altai State Technical University (Barnaul city)

1. Astahov I.V., Trusov V.I., Hachijan A.S. et al. *Podacha i raspylivanie topliva v dizeljah* [Feed and atomization of fuel in diesel engines]. Moscow. *Mashinostroenie* ["Machine Building" Publishing House]. 1972. 359 p. [In Russian]
2. Tausenev E.M., Svistula A.E. *Nadezhnost', osnovnye neispravnosti i prichiny otkazov nasosov vysokogo davlenija akkumuljatornyh toplivnyh sistem dizelej* [Reliability, major malfunctions and causes of failures of high-pressure pumps of diesel accumulator fuel systems]. *Mashinostroenie i komp'juternye tehnologii* ["Machine Building and computer technology" Magazine]. 2012. No. 9. P. 7. [In Russian]
3. Tausenev E.M., Svistula A.E. *Primenenie teploizoljatorov pri remonte, tehnicheskom obsluzhivanii i modernizacii toplivnoj apparatury dizelej, postanovka tseli, vybor ob#ekta i metodov issledovanija* [The use of insulators in the repair, maintenance and modernization of diesel fuel equipment, setting goals, the choice of object and research methods]. *Mashinostroenie i komp'juternye tehnologii* ["Machine Building and computer technology" Magazine]. 2012. No. 8. P. 4. [In Russian]
4. Matievskij G.D., Svistula A.E. *Optimizacionnaja skorostnaja harakteristika dvigatelja* [Optimization speed characteristic of the engine]. *Vestnik Sibirskogo otdelenija Akademii voennyh nauk* [Bulletin of the Siberian Branch of the Academy of Military Sciences]. 2011. No. 10. P. 111. [In Russian]
5. Vasil'ev I.P. *Vlijanie topliv rastitel'nogo proishozhdenija na jekologicheskie i jekonomicheskie pokazateli dizelja: Monografija* [Influence of vegetable fuels on the environmental and economic performance of diesel: Monograph]. Lugansk. *Izd-vo SNU im. V. Dalja* [Publishing House of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University]. 2009. 240 p. [In Russian]
6. Mysnik M.I., Svistula A.E. *Analiz teplofizicheskih svojstv al'ternativnyh topliv dlja dvigatelej vnutrennego sgoranija* [Analysis of the thermophysical properties of alternative fuels for internal combustion engines]. *Polzunovskij vestnik* ["Polzunov's bulletin" Magazine]. 2009. No. 1–2. Pp. 37–43. [In Russian]
7. Svistula A.E., Svistula I.A., Frolkin A.S. *Opyt ispol'zovanija rapsovogo masla v kachestve topliva dlja dizelej PO "AMZ". V sb.: Jenergeticheskie, jekologicheskie i tehnologicheskie problemy jekonomiki (JeJeTPJe)* [Experience of using rapeseed oil as fuel for diesels of AMZ. Coll. vol. "Energy, environmental and technological problems of the economy" (EETPE)]. Barnaul. *Institut teplofiziki im. S.S. Kutateladze SO RAN, Institut vodnyh i jekologicheskih problem SO RAN, Institut himicheskoj kinetiki i gorenija SO RAN, AltGTU* [Kutateladze Institute of Thermal Physics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Institute of Water and Ecological Problems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Institute of Chemical Kinetics and Combustion of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Polzunov Altai State Technical University]. *Izd-vo "Altajskij dom pechati"* ["Altai House of Printing" Publishing House]. 2008. Pp. 226–229. [In Russian]
8. Mysnik M.I., Svistula A.E. *Issledovanie harakteristik strui rapsovogo masla, raspylennogo forsunkoj Common Rail* [Study of the characteristics of a stream of rapeseed oil sprayed with a Common Rail nozzle]. *Al'ternativnye istochniki jenergii v transportno-tehnologicheskom komplekse: problemy i perspektivy racional'nogo ispol'zovanija* ["Alternative energy sources in the transport and technological complex: problems and prospects for rational use" Magazine]. 2016. T. 3. No. 1. Pp. 21–25. [In Russian]
9. Ivanovskij V.G., Nikonov G.V., Fomin Ju.Ja. *Toplivnaja apparatura dizelej* [Fuel equipment of diesel engines]. Moscow. *Mashinostroenie* ["Machine Building" Publishing House]. 1982. 168 p. [In Russian]
10. Mysnik M.I., Svistula A.E. *Metod gidrodinamicheskogo raschjota kombinirovannoj sistemy pitanija dizel'nogo dvigatelja. V sb.: Povyshenie jekologicheskoj bezopasnosti avtotraktornoj tehniki sbornik statej* [The method of hydrodynamic calculation of the combined power supply system of a diesel engine. Coll. vol. "Improving the environmental safety of automotive equipment"]. Barnaul. *Rossijskaja Akademija transporta, AltGTU* [Russian Academy of Transport: All-Russian public organization, Polzunov Altai State Technical University]. 2010. Pp. 67–73. [In Russian]
11. Matievskij D.D. *Analiz jekonomichnosti ispol'zovanija tepla v raschetnom tsikle DVS* [Analysis of the efficiency of heat use in the design cycle of an internal combustion engine]. *Izvestija VUZov. Serija: Mashinostroenie* ["Proc. of Higher Educational Institutions" Magazine. Series: Machine Building]. 1981. No. 8. Pp. 71–74. [In Russian]
12. Matievsky D.D., Svistula A.E. The influence of effective utilization degree of diesel engine cylinder air charge on soot emission and indicated efficiency. Vilnius. Technika: Transport. 2005. No. 3. Pp. 96–98.
13. Matievskij D.D., Svistula A.E. *Nesvoevremennost' vydelenija teploty v tsiklah DVS* [The untimely allocation of heat in the cycles of the internal combustion engine]. *Polzunovskij vestnik* ["Polzunov's bulletin" Magazine]. 2007. No. 4. Pp. 79–87. [In Russian]
14. Markov V.A., Ivashhenko N.A., Devjanin S.N., Nagornov S.A. *Ispol'zovanie biotopliv na osnove rastitel'nyh masel v dizel'nyh dvigateljah* [The use of biofuels based on vegetable oils in diesel engines]. *Vestnik MGTU. Serija: Mashinostroenie* [Bulletin of the Bauman Moscow State Technical University. Series: Machine Building]. 2012. Special issue No. 7. Pp. 74–81. [In Russian]
15. Matievskij D.D., Prihod'ko E.E., Svistula A.E. *Primenenie metalloplakirujushhih sostavov v DVS* [The use of metal cladding compositions in internal combustion engines]. *Sovershenstvovanie moshhnostnyh, jekonomicheskih i jekologicheskih pokazatelej DVS: Mat. nauchn.-prakt. seminara VlGU* [Improving the power, economic and environmental performance of the internal combustion engine: Proc. of the scientific and practical seminar of the Vladimir State University]. Vladimir: *Izd-vo VlGU* [Publishing House of the Vladimir State University]. 1997. Pp. 30–31. [In Russian]

15-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

МИР КЛИМАТА 2019

Системы кондиционирования и вентиляции, отопление, промышленный и коммерческий холод

ufi Approved Event

ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ СОБЫТИЕ ГОДА*

МИР КЛИМАТА

Бесконечный **МИР** технологий **КЛИМАТА**

Ждем Вас на нашей выставке!

4-7 марта 2019
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.climatexpo.ru

* СОГЛАСНО ДАННЫМ ООО «ЕВРОЭКСПО» НА ОСНОВАНИИ КОЛИЧЕСТВА ПОСЕТИТЕЛЕЙ, ПРОФИЛЯ УЧАСТНИКОВ И СТРАН-УЧАСТНИЦ ВЫСТАВКИ 2018 ГОДА

РЕКЛАМА

16+

ОРГАНИЗАТОРЫ: ЕВРОЭКСПО EUROEXPO, ANUK

ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПАРТНЕРЫ: МОНТАЖ, ПРОЕКТ

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР: REFRIGERATION PORTAL

СПОНСОР РЕГИСТРАЦИИ: ROYAL CLIMA, 15 лет в России

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ: РОССОЮЗХОЛОДПРОМ, НОПРИЗ, НОСТРОЙ, НОЭ, EUROVENT

ОФИЦИАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ ВЫСТАВКИ: МИР КЛИМАТА

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