ISSN 1609-3851

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

АВОК – Северо-Запад

2017 № 4

- ОТОПЛЕНИЕ
- ВЕНТИЛЯЦИЯ
- КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ
- ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ
- ГАЗОСНАБЖЕНИЕ
- ВОДОСНАБЖЕНИЕ
- ВОДООТВЕДЕНИЕ
- ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
- ЭНЕРГОАУДИТ
- АВТОМАТИЗАЦИЯ
- ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

АРКТОС

ПРОИЗВОДСТВО
ВЕНТИЛЯЦИЯ
ОТОПЛЕНИЕ
КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

ИСКУССТВО КОМФОРТА

ТЕПЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ЕВРОПЕЙСКОЕ КАЧЕСТВО ОТ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДИТЕЛЯ ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЕ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Воздушные завесы

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

Инфракрасные обогреватели

мощность
от 0,3 до 0,6 кВт

мощность
от 0,6 до 4 кВт

для офисных,
складских,
административных и
производственных помещений

Напольные конвекторы

с естественной
и с принудительной
конвекцией

Тепловентиляторы

с водяным и
электрическим
нагревом
от 1 до 91 кВт

Дестратификаторы

высота
установки от
4 до 20 метров

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

Энерго Эффективность XXI век

XIV МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ. XXI ВЕК.»

ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗДАНИЙ»

27 февраля - 2 марта 2018

Москва, ЦВК «Экспоцентр»

РЕГИСТРАЦИЯ НА КОНГРЕСС
www.energoeffekt21.ru

В РАМКАХ ВЫСТАВКИ МИР КЛИМАТА

НОЭ

НОСТРОЙ

НОПРИЗ
НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ИЗЫСКАТЕЛЕЙ И ПРОЕКТИРОВЩИКОВ

СЕВЕРО-ЗАПАД АВОК

anik
АССОЦИАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ИНДУСТРИИ КЛИМАТА

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

БЕЛЫЙ А.Т. — главный редактор издательства «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД»
БУРЦЕВ С.И. — управляющий партнер ГК «Бюро техники»
ВАХМИСТРОВ А.И. — генеральный директор, председатель Правления ОАО «Группа ЛСР»
ГУСТОВ В.А. — заместитель председателя Законодательного собрания Ленинградской области
ДРАПЕКО Е.Г. — депутат Государственной думы РФ, первый заместитель председателя Комитета ГД по культуре
ЕРШОВ И.И. — генеральный директор ЗАО «Термолайн Инжиниринг»
КОНДРАШОВ С.Ю. — генеральный директор ЗАО «Кондиционер-Сервис-Атом»
ПЕХТИН В.А. — президент Национального объединения организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (НОЭ)
ПОСОХИН М.М. — президент Национального объединения саморегулируемых организаций, основанных на членстве лиц, выполняющих инженерные изыскания, и саморегулируемых организаций, основанных на членстве лиц, осуществляющих подготовку проектной документации (НОПРИЗ)
ШЕНЯВСКИЙ Ю.Л. — член Президиума АС «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД»

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ:

АВЕРЬЯНОВ В.К., д.т.н., проф. (теплоснабжение, газоснабжение)
БУРЦЕВ С.И., д.т.н., проф. (кондиционирование, холодоснабжение)
БУСАХИН А.В., к.т.н. (вентиляция, кондиционирование)
ВАТИН Н.И., д.т.н., проф. (охрана окружающей среды)
ГАГАРИН В.Г., д.т.н. (тепловая защита зданий)
ДАЦЮК Т.А., д.т.н., проф. (тепловая защита зданий)
КИМ А.Н., д.т.н., проф. (водоснабжение, водоотведение)
НОВИКОВ М.Г., д.т.н. (водоснабжение, водоотведение)
ПУХКАЛ В.А., к.т.н. (вентиляция, автоматизация)
СМИРНОВ А.В., д.т.н., проф. (теплоснабжение)
СМИРНОВ А.Ф., к.т.н. (отопление)
ТЮТЮННИКОВ А.И., д.т.н., проф. (отопление, газоснабжение)
ФЕОФАНОВ Ю.А., д.т.н., проф. (водоснабжение, водоотведение)

РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор — **ГРИМИТЛИН А.М.**, д.т.н., проф.
Зам. главного редактора — **ГРИМИТЛИНА М.А.**
Выпускающий редактор — **КОРНЮКОВА О.Е.**
Дизайн, верстка — **АРЕФЬЕВ С.В.**
Финансовая служба — **БОНДАРЕВСКАЯ В.С.**
Отдел рекламы — **ХАССО А.А.**
Отдел подписки и распространения — **КУЖАНОВА Е.С., КАМОЧКИНА О.Ю., СОЛОВЬЕВА А.В., МИШУКОВА А.Н., ПАШУТИХИНА М.С.**
Корректор — **УМАРОВА А.Ф.**
Отдел PR — **ТУМАНЦЕВА Л.А., КУДРЯВЦЕВА М.А.**

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

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

ИЗДАТЕЛЬ: АС СЗ Центр АВОК

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

Отпечатано в типографии «Премиум-пресс».
Адрес типографии:
197374, Санкт-Петербург, ул. Оптиков, д. 4.

Подписано в печать 03.11.2017, заказ 033.
Установленный тираж — 30 000.
Подписной индекс издания: 99623.
Распространяется бесплатно.
E-mail: avoknw@avoknw.ru; www.avoknw.ru
ISSN 1609-3851
© АС СЗ Центр АВОК

16+

СОДЕРЖАНИЕ

А. С. Бондарчук, Ю. В. Юферев, Л. И. Звездунов, Д. А. Мильков
О роли экономико-математического моделирования при разработке схем теплоснабжения, программ комплексного развития и ТЭО объектов теплоэнергетики 6

Ю. Н. Марр
Защита воздушными завесами проемов охлаждаемых помещений. Часть 1 14

LG
Life's Good

Системы LG Multi V помогают строить «зеленые» здания 18

А. В. Свердлов, А. П. Волков
Проектирование систем противодымной вентиляции современных автостоянок закрытого типа с использованием математических моделей на основе числа Фруда 20

ГОСТ или не ГОСТ, вот в чем вопрос? 24

OUMAN

АВТОМАТИКА

ДЛЯ КОМФОРТА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

ГРУППА «ОУМАН» ПРОИЗВОДИТЕЛЬ И РАЗРАБОТЧИК СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ

СВОБОДНО ПРОГРАММИРУЕМЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

мониторинг и управление (дистанционное) инженерными системами здания

Ouman OUFLEX

комплектуются блоками расширения, датчиками, ПО для программирования

Ouman OUFLEX M

КОНФИГУРИРУЕМЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

мониторинг и управление (дистанционное) системами вентиляции и кондиционирования здания

RegVent PRO

комплектуются датчиками, ПО для конфигурирования

Ouman V15

КОНФИГУРИРУЕМЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ

Ouman EH800

высокоинтеллектуальный со встроенным сервоприводом применятся для реализации полнофункциональной системы дистанционного управления и мониторинга отопления в зданиях, в коттеджах

Ouman EH203

интеллектуальный многофункциональный, простой в эксплуатации 3-ёх контурный терморегулятор, применяемый для управления (в т.ч. дистанционного) системами отопления и ГВС.

OUMAN – ЭТО

- НАДЕЖНОСТЬ
- ЕВРОПЕЙСКОЕ КАЧЕСТВО
- УДОБНОЕ ЛЕГКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ
- ПРОСТАЯ НАСТРОЙКА И УПРАВЛЕНИЕ
- НЕВЫСОКАЯ СТОИМОСТЬ

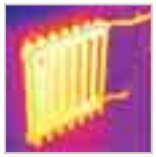
ПРЕДСТАВИТЕЛЬ: ООО «ОУМАН»

197110, Санкт-Петербург,
ул. Красного Курсанта, 25, лит.Н, офис 407
тел. (812) 385 20 99
www.ouman.ru
e-mail: info@ouman.ru

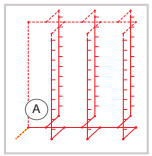
Г. П. Васильев, А. Н. Дмитриев, В. Ф. Горнов, В. А. Юрченко
Повышение эффективности геотермальных теплонасосных систем в холодных регионах путем комбинированного использования двух источников тепла: земли и окружающего воздуха 26

Поквартирное регулирование в горизонтальной системе отопления: оптимальный выбор 30

Лучшие решения в области контроля температуры и давления 32



М. В. Павлов, Д. Ф. Карпов, В. А. Агафонов, В. А. Писаренко, К. Ю. Беляев, П. С. Березин
Тепловизионный метод определения расхода воды через отопительный прибор 34

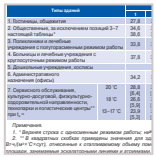


И. В. Горюнов, И. О. Шестов
Расчет системы ГВС. Все сложное становится проще! 38

О. А. Штейнмиллер, В. В. Петров, А. С. Семенов
Оптимизация модульных решений в системах водоснабжения и канализации 40

С. М. Якушин
Газоводонепроницаемые мембраны для герметичного ввода труб в здание 48

О. А. Продоус, А. А. Мурлин, В. В. Иващенко
Чугунные трубы с полимерным покрытием, снижающие затраты на строительство и эксплуатацию трубопроводов 50



В. И. Ливчак, А. С. Горшков
Почему Приказ «О требованиях энергетической эффективности зданий, строений, сооружений» — это движение назад, в прошлый век? 54

А. Н. Гаврилов, А. С. Стронгин
Повышение энергоэффективности инженерного оборудования крупных торгово-производственных центров на примере гипермаркетов сети «Глобус» 70

14-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ufi Approved Event

МИР КЛИМАТА 2018

Системы кондиционирования и вентиляции, отопление, промышленный и коммерческий холод

ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ СОБЫТИЕ ГОДА*

МИР КЛИМАТА

Бесконечный **МИР** технологий **КЛИМАТА**

Ждем Вас на нашей выставке!

16+

27 февраля – 2 марта 2018
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.climatexpo.ru

ОРГАНИЗАТОРЫ

ТОРГОВЫЕ ПАРТНЕРЫ

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ

О роли экономико-математического моделирования при разработке схем теплоснабжения, программ комплексного развития и ТЭО объектов теплоэнергетики

А. С. Бондарчук, председатель Комитета по энергетике и инженерному обеспечению Санкт-Петербурга

Ю. В. Юферев, заместитель директора НТЦ «Комплексное развитие инженерной инфраструктуры» в г. Санкт-Петербурге АО «Газпром промгаз»

Л. И. Звездунов, главный специалист НТЦ «Комплексное развитие инженерной инфраструктуры» в г. Санкт-Петербурге АО «Газпром промгаз»

Д. А. Мильков, ведущий инженер НТЦ «Комплексное развитие инженерной инфраструктуры» в г. Санкт-Петербурге АО «Газпром промгаз»

Сегодняшнее состояние теплоэнергетики России предопределяет необходимость ее реновации путем проведения широкомасштабной реформы. Предлагаемая Минэнерго России новая модель рынка тепловой энергии должна решить проблему прогнозируемости тарифа на период, достаточный для принятия серьезных долгосрочных инвестиционных решений и создать реальные предпосылки для привлечения финансирования, в том числе и от частных инвесторов. Взаимоотношения частных инвесторов, планирующих внести свой вклад в модернизацию объектов теплоэнергетики, с исполнительными органами государственной власти и с потребителями определяют нормы Федерального закона «О концессионных соглашениях». Концессионному соглашению, как правило, предшествует разработка технико-экономического обоснования, выполняемого с использованием экономико-математического моделирования. Последнее также необходимо для обоснования решений при разработке и актуализации схем теплоснабжения и программ комплексного развития. В статье рассмотрена роль экономико-математического моделирования при разработке схем теплоснабжения, программ комплексного развития на примере Санкт-Петербурга и городских поселений Ленинградской области, а также ТЭО ряда объектов теплоэнергетики.

Андрей Сергеевич Бондарчук
Председатель Комитета по энергетике и инженерному обеспечению Санкт-Петербурга, действительный государственный советник Санкт-Петербурга 2 класса, кандидат технических наук.

Ключевые слова

Исполнительные органы государственной власти (ИОГВ), концессия, концессионное соглашение (КС), концессионер, концедент, технико-экономическое обоснование (ТЭО), экономико-математическая модель (ЭММ), схема теплоснабжения (СхТ), программа комплексного развития (ПКР), местное самоуправление (МСУ), государственно-частное партнерство (ГЧП), теплоэлектроцентраль (ТЭЦ), котельная, источник тепловой энергии, инженерно-энергетический комплекс (ИЭК), теплоснабжающая организация (ТСО).

Разработанная Минэнерго РФ с учетом реального состояния отрасли теплоснабжения в России [1] энергетическая стратегия до 2035 года [2] определяет основные направления развития теплоснабжения и должна создать условия для привлечения инвестиций, а значит, создать рынок «тепла».

В настоящее время взаимоотношения частных инвесторов, осуществляющих проекты строительства и реконструкции систем теплоснабжения, с ИОГВ и местного самоуправления (МСУ), а также с потребителями коммунальных ресурсов, определяют нормы Федерального закона «О концессионных соглашениях» [3] и принятых во исполнение данного закона подзаконных актов.

На рис. 1 представлена схема взаимодействия участников регионального рынка коммунальных ресурсов при осуществлении операционной и инвестиционной деятельности организаций инженерно-энергетического комплекса (ИЭК).

Участники принимают решения относительно состава, сроков и объема финансирования мероприятий схем, программ и проектов в соответствии со своей зоной ответственности и интересами. В частности, ИОГВ региона (органы МСУ):

— как гаранты интересов местного сообщества, решают задачи обеспечения надежности и ценовой доступности снабжения коммунальными ресурсами всех групп потребителей;

ISOTERM®

АО «ФИРМА ИЗОТЕРМ» - ВЕДУЩИЙ РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ МЕДНО-АЛЮМИНИЕВЫХ КОНВЕКТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ.

Широчайшая линейка продукции на любой вкус!

Серия Golfstream

Встраиваемый в пол радиусный конвектор. Индивидуальное решение для помещений со сложной конфигурацией.

Серия Коралл

Настенный, напольный медно-алюминиевый конвектор. Возможно исполнение с принудительной конвекцией.

Серия Atoll Pro

Настенный, напольный медно-алюминиевый конвектор. Дизайн-от студии Артемия Лебедева.

(812) 460-88-22, 322-88-82

www.isoterm.ru

Юрий Владиславович Юферев
Заместитель директора НТЦ «Комплексное развитие инженерной инфраструктуры» в г. Санкт-Петербурге. Доктор технических наук, профессор. Автор более 100 научных и учебно-методических трудов. Почетный энергетик. Член Экспертного совета при Комитете Государственной думы по энергетике.

Леонид Иванович Звездунов
Главный специалист Научно-технического центра «Комплексное развитие инженерной инфраструктуры» в г. Санкт-Петербурге АО «Газпром промгаз», кандидат технических наук, старший научный сотрудник. Автор более 100 научно-исследовательских работ, в том числе 40 работ были опубликованы в специальных изданиях.

Дмитрий Александрович Мильков
Окончил Санкт-Петербургский государственный университет, магистр физики. С 2015 года по настоящее время — сотрудник АО «Газпром промгаз». Ведущий инженер НТЦ «Комплексное развитие инженерной инфраструктуры» в г. Санкт-Петербурге.

— как представители собственника активов региона (поселения), решают задачи эффективного использования, содержания и сохранения государственной (муниципальной) собственности в системах ИЭК.

Менеджмент организаций ИЭК заинтересован в увеличении финансовых потоков от текущей и инвестиционной деятельности и операционной прибыли.

Акционеры организаций ИЭК видят целью увеличение акционерного капитала и рост дивидендов.

С учетом разной направленности интересов участников условием принятия и реализации мероприятий схем теплоснабжения, программ и проектов становится наличие убедительных и прозрачных результатов технико-экономических обоснований, определяющих условия достижения целей проекта при обеспечении баланса интересов всех участников.

Например, в ходе разработки или актуализации схем теплоснабжения требуется выполнять большой объем технико-экономических обоснований в отношении:

— схемных решений по обеспечению надежности и качества обеспечения потребителей коммунальными ресурсами;

— системных решений по перераспределению тепловых нагрузок между источниками, выводу из эксплуатации источников, изменению режимов их работы;

— выбора варианта обеспечения коммунальными ресурсами территорий градостроительного развития (оценка целесообразности подключения к действующим источникам или к вновь строящимся) и т. п.

При разработке ПКР систем коммунальной инфраструктуры необходимым условием обеспечения эффективности является определение условий достижения баланса между объемом инвестиционных мероприятий, благодаря которым достигаются цели развития систем коммунальной инфраструктуры, и финансовыми возможностями организаций ИЭК.

Разработка схем теплоснабжения, программ и проектов систем ИЭК мегаполиса или региона, подготовка и принятие решений по составу, объему и стоимости мероприятий требуют оценки и учета внутриотраслевых и межотраслевых связей в форме натуральных потоков сырья, топливно-энергетических ресурсов для любой из составных частей комплекса. Например, крупная вертикально интегрированная теплоснабжающая организация мегаполиса, осуществляющая производство, передачу и распределение тепловой энергии, должна постоянно получать топливо, воду, электроэнергию и, в необходимых случаях, тепловую энергию иных производителей (рис. 2). Также должны быть учтены текущие и прогнозные показатели макроэкономической ситуации — прогнозные цены на ресурсы и продукцию, налоговое окружение, процентные ставки по кредитам.

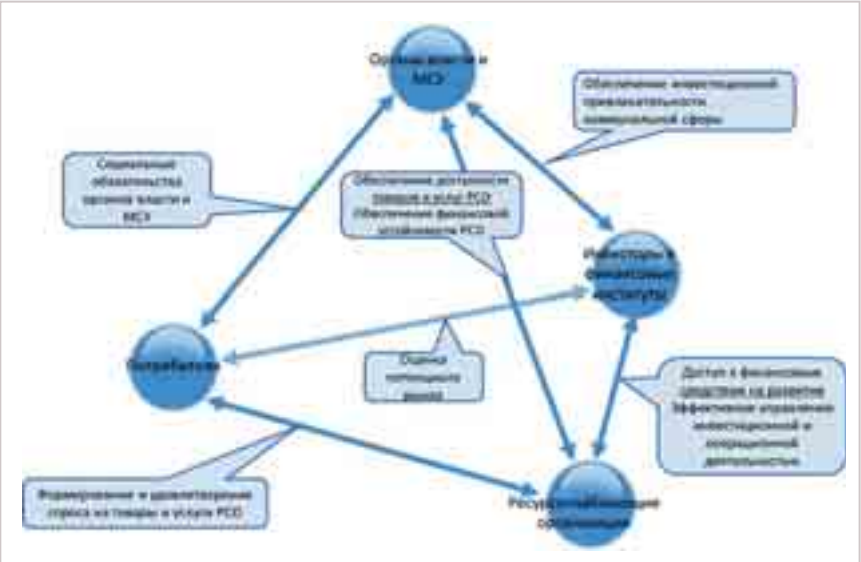


Рис. 1. Схема взаимодействия участников регионального рынка коммунальных ресурсов при осуществлении операционной и инвестиционной деятельности организаций ИЭК

WorldBuild St.Petersburg

Самая крупная на Северо-Западе России выставка строительных и отделочных материалов

17–19 апреля 2018

Санкт-Петербург
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

В рамках выставки:

Конкурс «Инновации в строительстве»

Конгресс по строительству

Acity
Международный форум по градостроительству и архитектуре

Одновременно состоится Международная выставка предметов интерьера и декора Design&Decor St. Petersburg

DESIGN DECOR ST. PETERSBURG

ITE primexpo
Организатор
Группа компаний ITE
+7 (812) 380-60-14
build@primexpo.ru

Забронируйте стенд
worldbuild-spb.ru

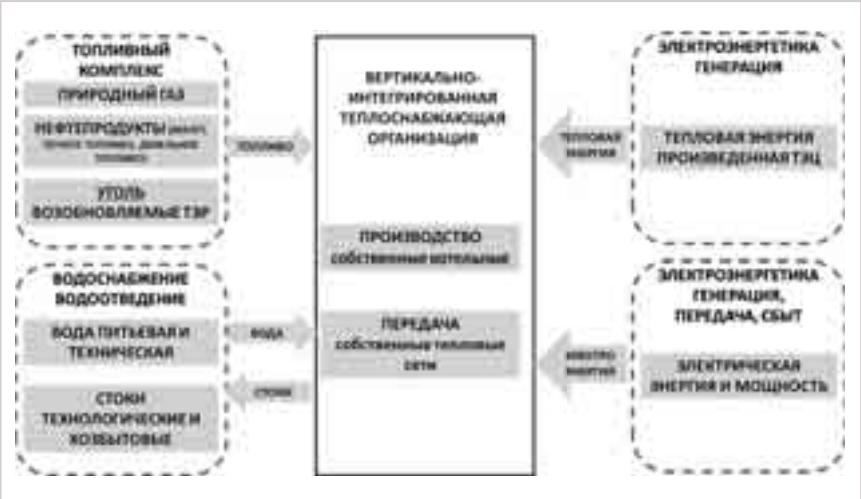


Рис. 2. Система межотраслевых связей крупной вертикально интегрированной теплоснабжающей организации

С учетом вышеизложенного необходима методическая основа (платформа), которая позволит получать объективные количественные оценки последствий принимаемых решений каждым из участников для него самого и для остальных.

Разработанная система электронных экономико-математических моделей предназначена для выполнения технико-экономической оценки проектов, обоснованности мероприятий в схемах теплоснабжения и программах развития ИЭК [4, 5, 6] и может быть использована ИОГВ, разработчиками схем и программ развития ИЭК, а также потенциальными инвесторами и финансовыми институтами.

На рис. 3 представлены объекты, инструменты и методики технико-экономической оценки проектов и программ развития ИЭК.

Основные принципы, положенные в основу ЭММ, включают:

Комплексность построения системы инструментальных средств моделирования, которая обеспечивает возможность количественной оценки взаимосвязанного влияния изменений всех внешних и внутренних факторов, определяющих результаты финансово-хозяйственной деятельности объектов, организаций и систем ИЭК. Это достигается путем сквозного учета при построении расчетных алгоритмов влияния мероприятий инвестиционных программ на технические показатели головных источников и сетей, влияния технических показателей на показатели финансово-хозяйственной деятельности, влияния внешних факторов (налоговое окружение, ценовая конъюнктура, спрос и конкуренция).

Соответствие действующему законодательству. Достигается согласованием всех применяемых количественных показателей, расчетных модулей и алгоритмов с нормами и положениями действующих федеральных и региональных законов и подзаконных актов, с действующими методиками. То же касается и применяемой терминологии.

Релевантность системы входных и выходных документов электронных экономико-математических моделей формам документов территориального и инвестиционного планирования, установленным федеральным и региональным законодательством.

Прозрачность инструментальных средств и методик технико-экономической оценки проектов и программ развития систем инженерно-энергетического комплекса. Позволяет и исполнителю ТЭО, и лицам, предполагающим использование его результатов, наглядно проследить механизмы учета влияния изменений всех групп исходных данных на конечные результаты моделирования.

Рис. 3. Объекты, инструменты и методики технико-экономической оценки проектов и программ развития ИЭК

Гибкость инструментальных средств и методик технико-экономической оценки. Позволяет «настраивать» электронные экономико-математические модели для конкретной структуры регионального рынка коммунальных ресурсов, организаций инженерно-энергетического комплекса в соответствии с целями исследования.

С использованием ЭММ решаются следующие основные задачи:

— прогнозирование результатов финансово-хозяйственной деятельности организаций ИЭК;

— оценка возможностей финансирования мероприятий на планируемый период с определением источников финансирования;

— расчет показателей экономической эффективности проектов и мероприятий;

— определение тарифной и бюджетной политики в связи с реализацией проектов в рамках концессионных соглашений.

При разработке и актуализации схем теплоснабжения и программ развития ИЭК в ряде случаев результаты моделирования необходимы для разрешения ситуаций, когда источники тепловой энергии выслужили свой ресурс и ТСО предлагают альтернативные варианты развития системы теплоснабжения.

Например, система теплоснабжения *ТЭЦ А* (рис. 4) сформировалась более 50 лет назад. Источник тепловой энергии в течение этого периода не подвергался существенной реконструкции, износ основных агрегатов *ТЭЦ А* достиг критического уровня. К моменту разработки схемы теплоснабжения *ТЭЦ А* входит в состав частной компании, осуществляющей выработку электрической и тепловой энергии и их поставок на региональные рынки. Менеджмент частной компании выступает с инициативой проведения глубокой реконструкции *ТЭЦ А*. Решение о включении проекта в состав мероприятий схемы теплоснабжения необходимо менеджменту компании для обоснования целесообразности проекта и его одобрения собственниками компании.

В соответствии с [7] для разработчика схемы теплоснабжения приоритетными являются интересы потребителей тепловой энергии. В связи с этим разработчик должен рассмотреть возможные варианты решения проблемы обеспечения надежности в зоне теплоснабжения *ТЭЦ А* по критерию «стоимость-эффективность», где под стоимостью понимаются затраты потребителя тепловой энергии, а под эффективностью — уровень обеспечения надежности и качества теплоснабжения.

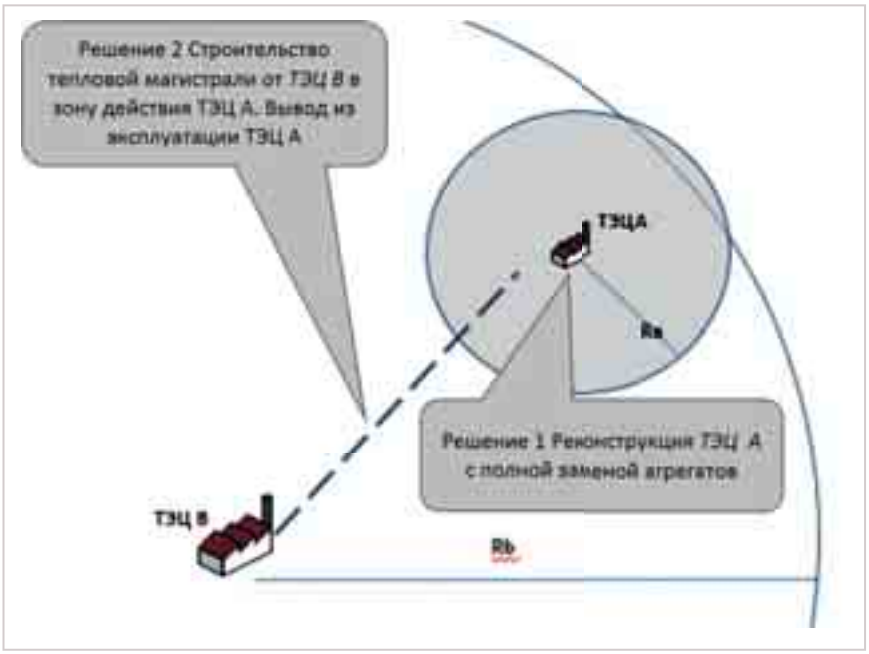


Рис. 4. Схемные решения по перераспределению тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии

В рассматриваемом примере альтернативой реконструкции *ТЭЦ А* может стать строительство тепловой магистрали от *ТЭЦ В*, имеющей резерв тепловой мощности, в зону действия *ТЭЦ А* и вывод из эксплуатации *ТЭЦ А*.

Сравнительная оценка тарифных последствий вариантов переключения нагрузок на *ТЭЦ В* или реконструкции *ТЭЦ А* показывает преимущество для потребителя решения 2 (рис. 5).

Решение о переключении нагрузок *ТЭЦ А* на *ТЭЦ В* приведет к вытеснению компании, эксплуатирующей *ТЭЦ А*, с регионального рынка тепловой энергии и мощности вразрез с инициативой ее менеджмента. Применение ЭММ показало (рис. 6), что затраты на реконструкцию *ТЭЦ* А не окупятся в допустимый для инвестора срок, и позволило принять обоснованное решение в схеме теплоснабжения.

Модель государственно-частного партнерства (ГЧП) в форме концессионного соглашения (КС) рассматривается в настоящее время как перспективный инструмент реализации мероприятий схем теплоснабжения и программ развития ИЭК. Незначительное количество таких запущенных проектов связано с высокой степенью неопределенности их результатов, вызванной необходимостью прогнозирования показателей финансово-хозяйственной деятельности ТСО и наличием разнонаправленных интересов лиц, участвующих в таких проектах.

Выполняя моделирование различных вариантов реализации проекта и

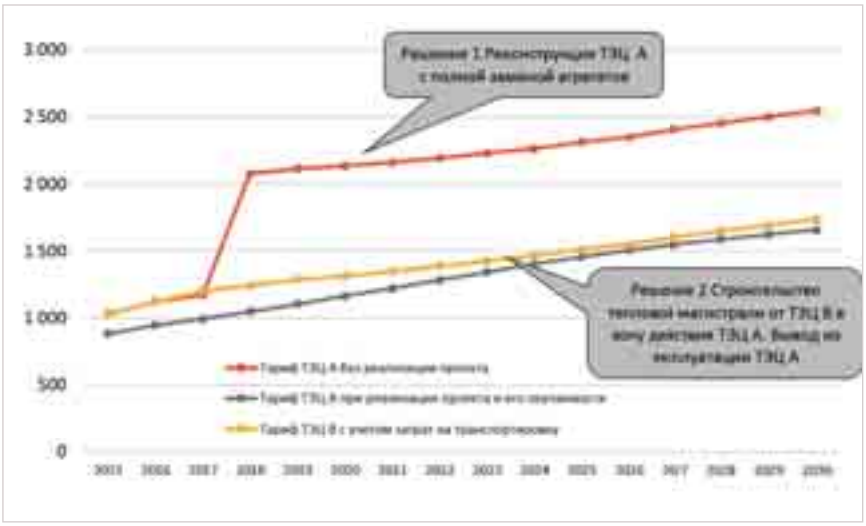


Рис. 5. Сравнительная оценка тарифных (ценовых) последствий вариантов решений переключения тепловых нагрузок на ТЭЦ В или реконструкции ТЭЦ А (руб/Гкал)

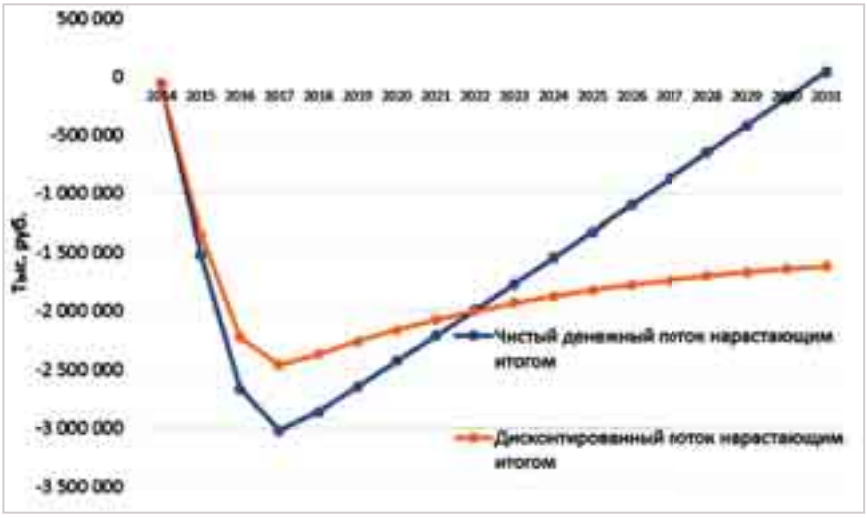


Рис. 6. Показатели инвестиционного проекта реконструкции ТЭЦ А (тыс. руб.)

плана его финансирования, инициатор концессионного соглашения находит решение по обоснованию состава мероприятий проекта, плана его финансирования, включая меры финансовой поддержки за счет регионального и муниципального бюджетов в условиях следующих ограничений:

— объем рынка с учетом перспектив градостроительного развития рассматриваемой территории;

— ценовая доступность товаров и услуг для потребителей;

— инвестиционная привлекательность проекта.

В идеальном случае реализация проекта должна обеспечить повышение энергоэффективности и снижение затрат на топливо, электроэнергию, техническое обслуживание и ремонт в размере, позволяющем обеспечить возврат инвестиций и предпринимательский доход.

Однако сегодня с учетом ограничений на тарифы способность таких проектов к самофинансированию практически не обеспечивается. Приходится привлекать средства бюджетов различных уровней для:

— обеспечения доступности тарифов для всех групп потребителей посредством установления тарифов ниже отпускного для оператора проекта (компенсация разницы в тарифах в j году планируемого периода $Z^j_{\text{рт}}$);

— создания денежного потока концессионеру, обеспечивающего возврат вложенных средств с требуемой нормой доходности (плата концедента в j году планируемого периода $Z^j_{\text{пк}}$).

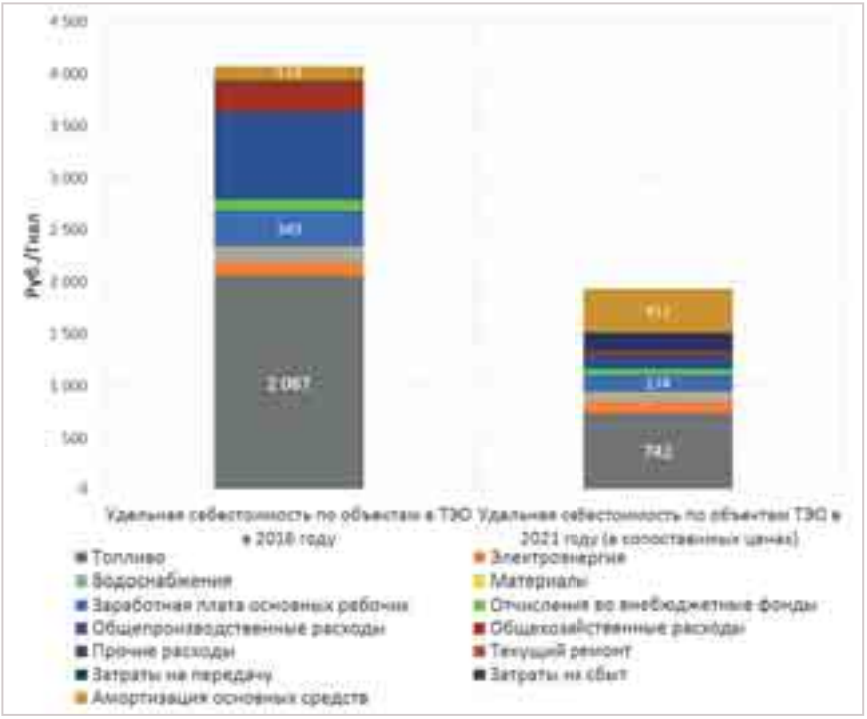


Рис. 7. Структура себестоимости полезного отпуска тепловой энергии до и после реконструкции систем теплоснабжения

В такой постановке наилучшим вариантом проекта будет тот, который обеспечивает минимальный размер суммарных затрат из бюджетов всех уровней на компенсацию разницы в тарифах и возмещение расходов концессионера при заданных ограничениях в течение n лет планируемого периода действия концессионного соглашения:

$$\min \sum_{j=1}^{n} \left(Z^j_{\text{рт}} + Z^j_{\text{пк}} \right).$$

В качестве примера ниже рассмотрен проект реконструкции систем теплоснабжения, которые характеризовались:

— высокой степенью износа тепломеханического оборудования источников и низкой надежностью электроснабжения;

— высокой степенью износа тепловых сетей;

— использованием в качестве топлива угля и мазута.

Себестоимость производства и передачи тепловой энергии в рассматриваемых системах теплоснабжения превышала уровень тарифов в среднем по системообразующим теплоснабжающим организациям (ТСО) города более чем в два раза.

Рассматриваемые системы до выполнения проекта входили в состав крупной системообразующей ТСО. Их доля составляла менее трех процентов в суммарном отпуске тепловой энергии. Вследствие этого влияние неэффективных, «плохих» активов на общий результат финансово-хозяйственной деятельности ТСО было незначительным и компенсировалось эффективными источниками.

Выделение неэффективных активов в отдельный комплекс приводит к двум разнонаправленным результатам:

— мероприятия по реконструкции источников и сетей с переводом источников на природный газ в качестве основного топлива дают существенный эффект по снижению себестоимости полезного отпуска тепловой энергии (рис. 7);

— сведение неэффективных активов в отдельный комплекс и передача его концессионеру приводит на начальном этапе проекта (до проведения реконструкции источников и сетей) к росту отпускных тарифов, которые не могут быть установлены в рамках существующей федеральной и региональной тарифной политики (рис. 8).

С использованием ЭММ выполнены разработка и исследование вариантов снижения тарифной нагрузки на потребителей тепловой энергии в зоне реализации проекта в период от передачи систем теплоснабжения концессионе-

ру до завершения реконструкции котельных по следующим направлениям:

— оптимизации структуры тарифа концессионера на тепловую энергию прежде всего за счет снижения доли накладных расходов в стоимости производства и передачи тепловой энергии;

— разработки схемы взаимодействия концессионера, ТСО и концедента, обеспечивающей снижение стоимости тепловой энергии для конечного потребителя.

На основе анализа нескольких вариантов схем финансирования и организации выполнения мероприятий была предложена схема двухэтапной реализации проекта, которая предполагает передачу на начальном этапе в концессию только источников тепловой энергии. При этом предусмотрено:

— сохранение договоров теплоснабжения с абонентами в зоне осуществления проекта;

— осуществление оптовой покупки тепловой энергии у концессионера по цене, соответствующей реальной стоимости ее производства (рис. 9).

Двухэтапной схемой реализации проекта достигается:

— «сглаживание» цены на тепловую энергию для потребителей на начальном этапе;

— обеспечение достаточного для концессионера уровня доходности инвестированного капитала;

— достижение главной цели проекта — обновление принадлежащих городу генерирующих и сетевых активов системы теплоснабжения.

Выводы

Для обоснования технических мероприятий в схемах теплоснабжения, программах развития ИЭК и проектах модернизации объектов теплоэнергетики необходимо выполнение ТЭО. ТЭО также является основой для принятия решений по заключению концессионного соглашения. Схема реализации проекта и ее одобрение заинтересованными сторонами во многом обусловлены возможностями совместного анализа вариантов с использованием широкого набора количественных показателей.

Разработанные ЭММ позволяют разработчикам схем теплоснабжения и программ развития ИЭК, а также участникам проекта модернизации объектов теплоэнергетики обосновывать предлагаемые технические мероприятия, наглядно отслеживать влияние любых изменений входных параметров модели на результаты проекта. Экономико-математическое моделирование является необходимым инструментом, с

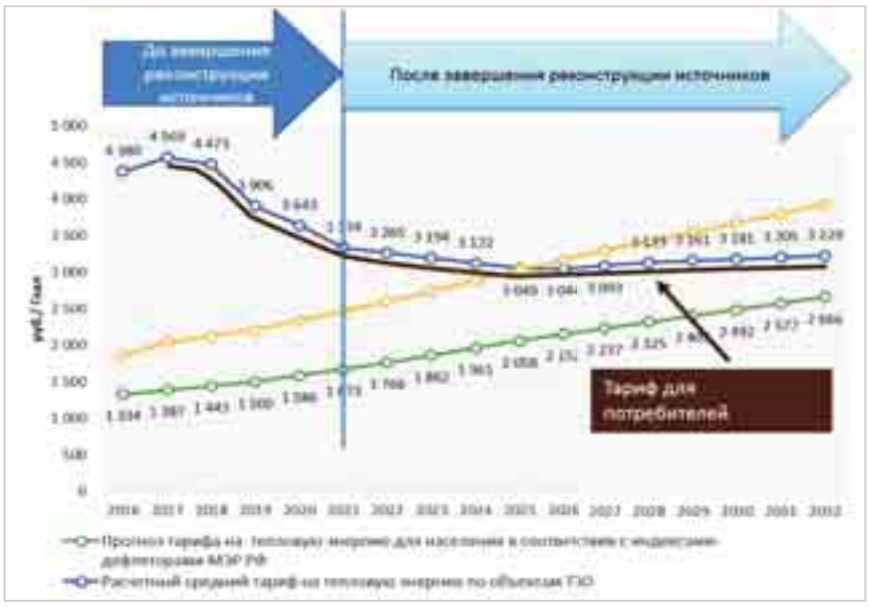


Рис. 8. Расчетные тарифы на тепловую энергию при реализации проекта

помощью которого осуществляется поиск баланса интересов участников проекта, и позволяет потенциальному инвестору принять взвешенное решение о вхождении в проект.

ЭММ могут быть положены в основу создания интеллектуальной системы поддержки для обоснованного выбора вариантов развития систем теплоснабжения поселений и городских округов при внедрении перспективных цифровых технологий, в том числе с созданием «искусственного интеллекта».

Литература

1. Доклад заместителя министра энергетики РФ «О реформе теплоснабжения в Российской Федерации», февраль 2017 г.

2. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года (проект), разработана во исполнение поручения Президента Российской Федерации от 6 июля 2013 г. № Пр-1471.

3. Федеральный закон от 21 июля 2005 года № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях».

4. Приказ Минэнерго № 461 от 08.07.2015 «Об утверждении схемы теплоснабжения Санкт-Петербурга на период до 2030 г.».

5. Приказ Минэнерго № 1330 от 16.12.2016 «Об утверждении схемы теплоснабжения Санкт-Петербурга на период до 2031 г.».

6. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 21.10.2008 № 1270 «О Программе комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры Санкт-Петербурга до 2015 года».

7. Федеральный закон от 27 июля 2010 г. № 190-ФЗ «О теплоснабжении».

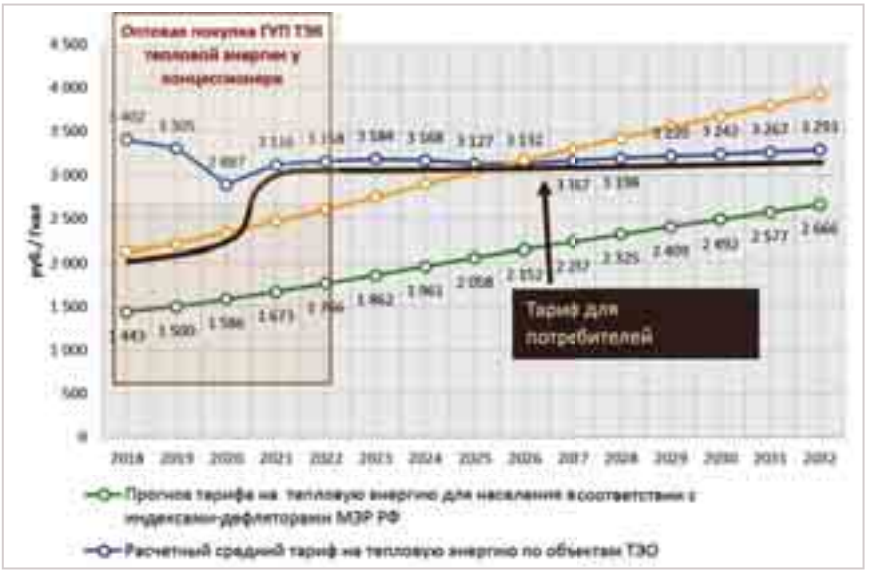


Рис. 9. Расчетные тарифы на тепловую энергию для двухэтапной схемы реализации проекта

Защита воздушными завесами проемов охлаждаемых помещений. Часть 1

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

В охлаждаемых помещениях поддерживается температура воздуха ниже температуры окружающей среды. Сюда относятся холодильные и морозильные камеры, кондиционируемые помещения. В связи с тем, что теплый и холодный воздух поменялись местами относительно проема, разность давлений в проеме становится отрицательной. При открывании дверей холодный воздух вытекает понизу из помещения, а теплый врывается внутрь в верхней части проема, если помещение герметичного типа. В негерметичном помещении все сечение двери может быть заполнено вытекающим холодным воздухом, а восполнение массы теплым воздухом будет происходить через неплотности в верхней части здания и открытые окна. В любом случае на компенсацию теплопритоков от воздухообмена потребуется дополнительная холодильная мощность. Можно ли ощутимо уменьшить теплопритоки установкой воздушных завес?

Юрий Николаевич Марр

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, советник генерального директора ЗАО «НПО «Тепломаш» по научно-техническим вопросам, специалист в области теплообмена и прикладной гидроаэродинамики.

В 1963 году окончил энергомашиностроительный факультет Ленинградского политехнического института имени М. И. Калинина.

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

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

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

В существующей технической литературе по устройству холодильников [1–4] защита завесами не упоминается. Рассматривается добавка холодопроизводительности на компенсацию теплопритоков от воздухообмена при открывании дверей и ворот, осредненная по времени работы холодильной установки. Удельная (на 1 м^2 пола камеры) величина добавки зависит от назначения камеры, от ее размеров, от внутренней температуры, от частоты и продолжительности открывания ворот. В [5] имеется лишь упоминание, что в целях снижения потерь холода следует предусматривать устройство холодных воздушных завес. В отличие от [1–5], некоторые ограниченные оценки мгновенных теплопритоков при открывании дверей сделаны в [6]. Переход от мгновенных теплопритоков к величине добавочной холодопроизводительности требует обширной информации по технологическому циклу эксплуатации камеры. Такая информация является, как правило, индивидуальной для каждого объекта. Поэтому в отсутствие нормативных требований к холодильным технологическим регламентам какие-либо обобщенные проектные рекомендации по защите проемов не имеют смысла. Однако это не отменяет актуальности получения более разработанных рекомендаций по расчету мгновенных теплопритоков.

По ряду причин защита проемов холодильных камер и кондиционируемых помещений требует раздельного рассмотрения. Здесь приведены результаты только по холодильным и морозильным камерам. Кондиционируемые помещения будут рассмотрены в части 2.

Практика многочисленных отечественных и зарубежных холодильных сооружений показывает, что холодные завесы повсеместно используются для защиты проемов. Завесы устанавливаются с внешней стороны защищаемых помещений преимущественно сверху над воротами. Всасывается наружный теплый воздух. Струя этого воздуха направляется вниз к полу, в общем случае, под ненулевым углом к плоскости проема. Около пола, как показано на рис. 1, происходит растекание струи. Если завеса подобрана правильно, то реализуется полная защита [6], т. е. ядро постоянного расхода разворачивается и вытекает наружу, эжектированные струей внутренние холодные массы отделяются от ядра и возвращаются в камеру. Учитывая, что холодильные камеры по смыслу своему должны быть помещениями герметичного типа, то и аэродинамическая структура в проеме должна соответствовать режиму полной защиты.

Теплопритоки через открытый незащищенный проем и в режиме полной защиты завесой обусловлены разными причинами. В первом случае — это, как и указывается в [1–4], простой воздухообмен, во втором — это теплоперенос в процессе контакта теплой струи с холодными внутренними массами. Если в первом случае теплоприток определяется произведением расхода втекающего теплого воздуха на разность энтальпий наружного и внутреннего воздуха, то во втором, согласно [6], оценка теплопритока представляется как конвективная теплопередача от ядра постоянного расхода струи в пространство, окружающее струю и сформированное массами, которые эжектировало ядро струи. Напомним, что в [6] ядро постоянного расхода рассмотрено как канал с проницаемой границей. Введен условный коэффициент теплоотдачи α от границы канала. По известным аэродинамическим и температурным данным свободной затопленной турбулентной струи построена зависимость среднего коэффициента теплоотдачи от пара-

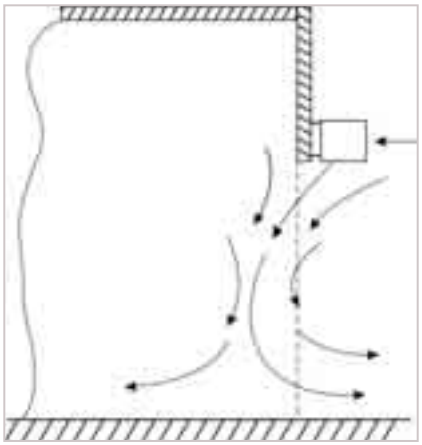


Рис. 1. Схема полной защиты завесой проема холодильной камеры

метров струи. Таким образом, конвективный теплоприток может быть найден из обычного выражения

$$Q = \alpha F_{стр} \Delta t_{ср}, \quad (1)$$

где $F_{стр}$ — площадь поверхности ядра постоянного расхода; $\Delta t_{ср}$ — средняя разность температур между ядром и окружающим пространством.

В действительности оказалось более продуктивным вести расчеты по выражениям, получаемым с помощью теории теплообменных аппаратов. Так, теплопотери струи, или теплоприток от струи в пространство охлаждаемой камеры (с учетом теплообмена струи как с холодной, так и с теплой стороной), рассчитывается по выражению

$$\tilde{Q}_{пот} = 0{,}25[1 - \exp(-2\varepsilon_L)] + 0{,}5\varepsilon_L, \quad (2)$$

где $\tilde{Q}_{пот} = Q_{пот}/(t_o - t_1)W_я$ — удельный теплоприток, сосредоточенный в пространстве течения эжектированных масс; t_o — начальная температура ядра (температура наружного воздуха); t_1 — температура воздуха в камере; $W_я = C_p G_з$ — водяной эквивалент ядра постоянного расхода струи (расхода через завесу); $\varepsilon_L = \alpha F/W_я$ — число единиц переноса тепла, в котором α — средний коэффициент теплоотдачи ядра постоянного расхода; $F = LB$ — площадь поверхности боковой стороны ядра струи (с одной стороны плоской струи); L — длина струи; B — ее ширина. В общем случае, лишь часть расхода эжектированных масс отделяется от струи. Однако в случае полной защиты, как в рассматриваемой ситуации, от струи будет отделяться и возвращаться в камеру вся эжектированная масса. Поэтому теплоприток следует оценивать полным выражением (2).

Теплоприток по (2) — это только конвективный теплоперенос. Разность влагосодержаний наружного воздуха и внутри камеры приведет к турбулентной диффузии влаги от ядра струи к воздуху камеры. Конденсация и замерзание влаги добавят к конвективным теплопритокам фазопереходные. Для оценки переноса влаги может быть использована приближенная аналогия Льюиса тепломассопереноса. Так, в диапазоне используемых параметров воздуха в холодильных и морозильных камерах можно уверенно применять приближенное соотношение Льюиса [8]

$$\alpha/\beta_x = 1{,}05 \text{ кДж/(кгК)(кг/кг)}, \quad (3)$$

где α — коэффициент теплоотдачи от ядра постоянного расхода струи; β_x — коэффициент массоотдачи, отнесенный к разности влагосодержаний. Поток влаги вычисляется по выражению

$$G_м = \beta_x F \Delta d_{ср}, \quad (4)$$

где $\Delta d_{ср}$ — средняя по длине струи разность влагосодержаний; $F = LB$ — площадь поверхности боковой стороны ядра струи (с одной стороны струи), как и в (2). В холодильных и морозильных камерах разность влагосодержаний рабочего и насыщенного воздуха невелика. Поэтому можно принять, что поток влаги по (4) за небольшим вычетом конденсируется при положительной температуре или превратится в ледяной туман при отрицательной температуре. Соответственно, теплота фазопереходных процессов составит

$$\text{при } t_к > 0 \; Q_ф = 2500 \; G_м$$
$$\text{при } t_к < 0 \; Q_ф = (2500 + 330) \; G_м. \quad (5)$$

Приближенно можно было бы принять мгновенный результирующий теплоприток как сумму величин по (2) и (5) и рассчитать холодильную нагрузку, разделив его на время работы холодильной установки.

Практическое применение выражения (4) неудобно. Проще воспользоваться подобием температурного и массового (влажностного) полей и рассчитать поток влаги, переходящий в эжектированные изнутри массы, по выражению, аналогичному (2) (также с учетом массопереноса как с холодной, так и с теплой стороной)

$$\bar{G}_м = 0{,}25[1 - \exp(-2\omega_L)] + 0{,}5\omega_L, \quad (6)$$

где $\bar{G}_м = G_м/G_я(d_2 - d_1)$ — удельный поток массопереноса; $\omega_L = \beta_x F/G_я$ — по аналогии с теплопереносом число единиц переноса влаги; d_2 — влагосодер-

Завод «Арктос» представляет решетки шумопоглощающие РШГ, РШД

Главная задача данных изделий — это предупреждение как проникновения шума из окружающей среды в здание (помещение) через приточные или вытяжные отверстия, так и звукопоглощение внутренних шумов из компрессорных и прочих машинных помещений наружу, а также защита от проникновения атмосферных осадков с улицы.

Показатели снижения шума, полученные в ходе исследований в научно-исследовательской лаборатории аэродинамики и акустики завода «Арктос», говорят о значительной эффективности шумопоглощения.

Весь модельный ряд представлен 8 модификациями и типоразмерами от 450×450 мм до 2300×2300 мм.

Конструктивно решетки РШГ состоят из корпуса и одного ряда поперечных жалюзи, выполненных из оцинкованной листовой стали, окрашенной, в свою очередь, методом порошкового напыления. Жалюзи расположены под углом 45°, наполнены звукопоглощающим материалом и закрыты с нижней стороны оцинкованными перфорированными панелями.

Решетки РШД представляют собой две решетки РШГ одного типоразмера, скрепленные тыльными сторонами между собой. При использовании решеток подобным образом значение эффективности снижения шума увеличивается.

Опционально возможна установка на решетку защитной сетки для предотвращения попадания посторонних предметов.

Изделия окрашиваются методом порошкового напыления в белый цвет (RAL9016) шагрень. Также на заказ возможна окраска в любой цвет по каталогу RAL.

По вопросам приобретения вы можете обратиться к официальному дистрибьютору компании «Арктика»: +7(495)981-15-15,+7(812) 441-35-30, www.arktika.ru, www.arktos.ru, www.arktoscomfort.ru

Канальные шумоглушители от «Арктос»

Шумоглушители CSI, CSU, CSD, CSV, CSH предназначены для снижения аэродинамического шума в воздуховодах круглого сечения:

— **CSI** — имеют малую габаритную высоту, прямоугольный корпус, снабжены дополнительной шумоглушащей пластиной;

— **CSU** — корпус выполнен изогнутым под углом 90˚ — идеально подходит для монтажа в ограниченном пространстве, когда нет возможности разместить все вентиляционное оборудование в линию;

— **CSD** — классический шумоглушитель для круглых воздуховодов, но с дополнительной шумоглушащей пластиной.

— **CSV, CSH** — имеют малую габаритную высоту и прямоугольный корпус, а присоединительные патрубки расположены перпендикулярно друг другу.

Шумоглушители CSI, CSU, CSD устанавливаются независимо от направления движения воздуха.

Корпус шумоглушителей изготавливается из оцинкованной стали, внутри корпуса находится слой звукопоглощающего материала из минерального волокна.

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

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

АРКТИКА
WWW.ARKTIKA.RU

Таблица 1.

Параметры завес для полной защиты ворот (q = 1)

Тип камеры	Холодильная	Морозильная
Разность давлений, Па	1,7	3,5
Ширина сопла, мм	100	160
Скорость струи, м/с	12,0	12,0
Относительная высота проема	31,0	19,4
Коэффициент эжекции	3,35	2,63
Расход воздуха, кг/с	2,88	4,61
Расход эжекции, кг/с	3,38	3,76
Параметры $\varepsilon_L \approx \omega_L$ по (7)	0,439	0,338
Удельный теплоприток и перенос влаги по (2) и (6)	0,366	0,292
Конвективный теплоприток, кВт	27,5	67,6
Температура внутреннего потока эжекции от проема, ˚С	12,1	–2,1

Таблица 2.

Тепловлажностные характеристики защиты камер по табл. 1

Тип камеры	Холодильная			Морозильная		
Относительная влажность воздуха, %	40	60	80	40	60	80
Влагосодержание наружного воздуха, г/кг	10,6	16,0	21,6	10,6	16,0	21,6
Энтальпия наружного воздуха, кДж/кг	57,5	71,0	85,5	57,5	71,0	85,5
Массоперенос в пространство камеры, $G_м$, кг/с	0,007	0,0126	0,0186	0,0136	0,0209	0,0283
Влагосодержание втекающего потока эжектированных масс, г/кг	6,1	7,7	9,5	4,1	6,1	8,0
Фазопереходный теплоприток, кВт	9,3	22,8	38,0	22,6	51,9	69,6
Отношение фазопереходных и конвективных теплопритоков	0,34	0,83	1,38	0,33	0,77	1,03
Суммарные теплопритоки, кВт	36,8	50,3	65,5	90,2	119,5	137,2
Отношение суммарных и конвективных теплопритоков	1,34	1,83	2,38	1,33	1,77	2,03

жание наружного воздуха; d_1 — влагосодержание воздуха внутри камеры. Сопоставление комплексов ε_L и ω_L с учетом (3) показывает, что $\varepsilon_L \approx \omega_L$. Это позволяет рассчитывать ω_L по выражению для ε_L [6]

$$\varepsilon = 0{,}065(L/b_з)^{0{,}556}, \qquad (7)$$

где $b_з$ — ширина сопла завесы.

Для получения численных оценок рассмотрим холодильную камеру с температурой +4 ˚С и морозильную камеру с температурой -20 ˚С. В том и другом случае относительная влажность принята 80%, соответственно, влагосодержание по [7] 4,0 и 0,5 г/кг, а влагосодержание насыщенного воздуха 5,0 и 0,62 г/кг. Энтальпия воздуха в камерах, соответственно, 14,0 и 19,0 кДж/кг. Ворота стандартного размера по [2] высотой 3,1 м и шириной 2 м. Температура наружного воздуха +30 ˚С с тремя вариантами относительной влажности: 40%, 60% и 80%. Верхняя завеса обеспечивает режим полной защиты с углом струи к плоскости проема 0˚. Расчет параметров завес по [6] представлен в табл. 1. Поскольку полагается, что обе камеры являются помещениями герметичного типа, разность давлений в проеме принята, как для режима полной защиты, пропорциональной половине высоты проема.

Тепловлажностные характеристики защиты представлены в табл. 2. Влаго-

Таблица 3.

Расходные и тепловые характеристики камер с незащищенными проемами

Тип камеры	Холодильная			Морозильная		
Относительная влажность воздуха, %	40	60	80	40	60	80
Энтальпия наружного воздуха, кДж/кг	57,5	71,0	85,5	57,5	71,0	85,5
Разность давлений, Па	0,85			1,75		
Расход вытекающего воздуха, кг/с	2,75			4,11		
Теплоприток от воздухообмена, кВт	119,6	156,8	199,6	314,4	369,9	429,5
Эффективность защиты, %	69	68	67	70	68	68

содержание втекающего в камеру потока эжектированных масс вычислялось по выражению

$$d_э = d_к + 1000G_м/G_я, \qquad (8)$$

где $d_к$ — рабочее влагосодержание воздуха в камере. Фазопереходный теплоприток вычислялся как

$$Q_ф = (2500 + 330)G_я(d_э - d_{кн}), \qquad (9)$$

где $d_{кн}$ — влагосодержание насыщенного воздуха при температуре в камере. В выражении (9) слагаемое 330 добавляется только при отрицательной рабочей температуре. Как видно из табл. 2, фазопереходные теплопритоки составляют от 0,33 до 1,4 конвективных, а суммарные теплопритоки от 1,3 до 2 с лишним раз от конвективных теплопритоков. Как и следовало ожидать, очень приближенная оценка фазопереходных теплопритоков, сделанная в [6], незначительно завышена.

В отсутствие защиты проемов камер завесами теплопритоки определяются тривиальным воздухообменом. Для помещений герметичного типа расчетная разность давлений в незащищенном проеме пропорциональна четверти высоты проема, а расход воздуха, поступающего в камеру, рассчитывается по площади половины высоты проема. В табл. 3 приведены расходы и теплопритоки в незащищенных проемах. Теплопритоки от воздухообмена вычислялись по разности энтальпий наружного и внутреннего воздуха. Эффективность защиты оценивалась по выражению

$$Э = (Q_{н/з} - Q_з)/Q_{н/з}, \qquad (10)$$

где $Q_{н/з}$ — теплопритоки незащищенного проема; $Q_з$ — теплопритоки защищенного завесой проема.

К сожалению, обычные холодные завесы не могут предотвратить перенос влаги и конденсацию в камере со всеми вытекающими последствиями в виде намокания пола или намерзания влаги на ограждениях. Однако даже при этих условиях эффективность защиты достигает 70%.

Таким образом, приведенные в части 1 расчетные соотношения позволяют делать оценки мгновенным конвективным и фазопереходным теплопритокам в холодильные и морозильные камеры при защите открытых проемов завесами, работающими в режиме полной защиты.

Литература

1. Проектирование холодильников. Крылов Ю. С., Пирог П. И., Васютович В. В. и др. М., «Пищевая промышленность». 1972.
2. Проектирование холодильных сооружений. Справочник. М., «Пищевая промышленность». 1978.
3. Доссат Рой Дж. Основы холодильной техники. Под редакцией Л. Г. Каплана. Перевод с анг. М. Б. Розенберга. М. «Легкая и пищевая промышленность». 1984.
4. Брайдерт Г.-Й. Проектирование холодильных установок. Расчеты, параметры, примеры. Перевод с немецкого Л. Н. Казанцевой. Москва: Техносфера, 2006.
5. СП 109.13330.2012 Холодильники. Актуализированная редакция СНиП 2.11.02-87 (с Изменением № 1).
6. Марр Ю. Н. Воздушно-тепловые завесы. Расчет и проектирование завес для защиты проемов промышленных и общественных зданий. — СПб.: АО «НПО «Тепломаш», 2017.
7. Справочное пособие АВОК «Влажный воздух», — М.: АВОК-ПРЕСС, 2004.
8. Берман Л. Д. Испарительное охлаждение циркуляционной воды. — 2-е издание, переработанное — М.; Л.-Машгиз. 1957.

ÖSTBERG
THE FAN COMPANY

Рабочая лошадка

Рабочая лошадка – можно сказать про любой вентилятор компании «ÖSTBERG». «ÖSTBERG» – это всегда отменное качество и высочайшая надежность. Специалисты компании постоянно расширяют и совершенствуют модельный ряд вентиляторов. Все вентиляторы отличаются высокой производительностью, экономичностью и прекрасными акустическими характеристиками.

Вентиляторы RKB оборудованы высокопроизводительным двигателем с внешним ротором. Возможность плавного или ступенчатого регулирования производительности вентилятора позволяет подстроить его характеристики под конкретную вентиляционную сеть, даже, если ее параметры отличаются от расчетных. Двигатель и рабочее колесо вентилятора расположены на откидывающейся пластине, что делает удобным и легким сервисное обслуживание.

АРКТИКА
СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, ОТОПЛЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Москва, улица Тимирязевская, 1, строение 4.
Тел.: (495) 981 1515, (499) 755 1515.
Факс: (495) 981 0117.
Санкт-Петербург, улица Разъезжая, 12, офис 43.
Тел.: (812) 441 3530. Факс: (812) 441 3535.
www.ARKTIKA.ru

Реклама

Системы LG Multi V помогают строить «зеленые» здания

Мультизональные системы кондиционирования (VRF) LG Multi V относятся к одним из самых энергоэффективных в своем классе. Они хорошо подходят для зданий разнообразного назначения, позволяя точно поддерживать микроклимат в различных зонах, что способствует получению необходимых баллов при проведении сертификации в соответствии с требованиями LEED®.

LEED (Руководство по энергоэффективному и экологическому проектированию) — международно признанная система сертификации «зеленых» зданий, проводимая независимыми организациями, которая подтверждает, что здание спроектировано и построено с использованием технологий, направленных на сокращение потребления энергии, эффективности использования водных ресурсов, сокращения выбросов CO_2, улучшения качества окружающей среды в помещениях и управления ресурсами.

Разработанный Советом по экологическому строительству США (USGBC), стандарт LEED предоставляет владельцам зданий и обслуживающим компаниям общие параметры для определения и реализации решений по строительству, эксплуатации и обслуживанию «зеленого» здания.

Оценка проекта строительства при проведении сертификации по стандартам LEED осуществляется по специальной системе баллов, разделенной на пять основных категорий: Объекты устойчивого развития, Оптимизация водопотребления, Энергия и атмосфера, Материалы и ресурсная база, Качество среды в помещениях. Здания получают баллы в зависимости от того, насколько соблюдаются стратегии устойчивого развития. Чем больше баллов, тем выше уровень сертификации, полученный от организации, проводившей проверку, — Certified, Silver, Gold или Platinum.

Ниже перечислены основные преимущества систем Multi V 5, которые помогают набрать необходимые баллы стандарта LEED.

Энергоэффективность

Инверторный компрессор нового поколения повышает эффективность работы систем Multi V 5 при частичной загрузке в любом режиме, что позволяет точно поддерживать необходимые параметры в каждой отдельной зоне и быстро достигать необходимую температуру. Кроме того, снижается потребление электроэнергии, т. к. система работает на уровнях, необходимых для поддержания постоянных комфортных условий в помещениях.

Низкий вес наружных блоков

По сравнению с предыдущим поколением средний вес наружных блоков Multi V 5 уменьшен на 15%, что обеспечивает их более простую и недорогую транспортировку. При проведении реконструкции здания наруж-

Объект
Бизнес-центр «Ренессанс Правда»

Местоположение
Санкт-Петербург, Россия

Информация о здании
Общая площадь: 19,609 м^2
Завершение строительства: 2013

Оборудование LG
Multi V III, Multi V IV, общей мощностью 2,2 МВт

Проектная организация
Архитектурная мастерская Б2

Сертификат LEED
Gold

Energy & Atmosphere (Энергия и атмосфера)

EAc1, Optimize energy performance (Оптимизация энергопотребления) 12/21

EAc3, Enhanced commissioning (Подробный технический аудит) 2/2

EAc4, Enhanced refrigerant Mgm (Подробное руководство по применению хладагентов) 2/2

Объект
Штаб-квартира Bouygues Construction Co

Местоположение
Париж, Франция

Информация о здании
Общая площадь: 67,000 м²
Реконструкция: 2014

Оборудование LG
Multi V Variable Flow
(Геотермальные системы)
Внутренние блоки (канальные)
Система диспетчеризации

Инжиниринговая компания
FerroIngenierie

Монтажная компания
ETDE

Сертификат LEED
Platinum

Water Efficiency
(Оптимизация водопотребления)

WEc2 Innovative wastewater technologies
(Инновационные технологии использования вторичных водных ресурсов) 2/2

WEc3 Water use reduction
(Снижение потребления воды) 4/4

Energy & Atmosphere
(Энергия и атмосфера)

EAc2 Optimize energy performance
(Оптимизация энергопотребления) 19/19

EAc3 Enhanced commissioning
(Подробный технический аудит) 2/2

EAc4 Enhanced refrigerant Mgmt
(Подробное руководство по применению хладагентов) 2/2

ные блоки могут быть установлены на существующие строительные конструкции без увеличения нагрузки на них.

Работа с низким уровнем шума

Уровень шума наружных блоков систем Multi V 5 значительно снижен по сравнению с предыдущим поколением благодаря тому, что скорость вращения инверторного компрессора нового поколения плавно регулируется в широком диапазоне. Кроме того, Multi V 5 может работать в режиме с низким уровнем шума независимо от времени суток, в отличие от Multi V IV, где подобный режим был доступен только в ночной период.

Гибкость при проектировании и установке

В модельном ряду систем Multi V 5 стал доступен одномодульный наружный блок с холодопроизводительностью 26 HP (72,8 кВт), что уменьшает общее количество оборудования и монтажников, которые необходимы для его установки. В то же время это позволяет более рационально использовать высвободившиеся площади.

Низкие затраты при эксплуатации

В связи с тем, что VRF-системы не требуют установки множества дополнительного оборудования по сравнению с другими системами кондиционирования, это позволяет уменьшить первоначальные затраты и стоимость монтажных работ. Кроме того, специально разработанное LG покрытие теплообменника Ocean Black Fin предназначено для обеспечения безаварийной работы в агрессивных средах, что в конечном итоге продлевает срок службы оборудования, одновременно снижая расходы на эксплуатацию.

Разнообразные наружные и внутренние блоки

Широкий модельный ряд как внутренних, так и наружных блоков открывает большие возможности при проектировании систем, что позволяет удовлетворить самые разнообразные запросы потребителей.

Применение систем кондиционирования LG Multi V позволило получить множеству зданий по всему миру различные типы сертификатов — от Certified до Platinum. Среди таких зданий и первый в России офисный центр, получивший сертификат LEED Gold,— «Ренессанс Правда», расположенный в центре Санкт-Петербурга.

LG
Life's Good

Проектирование систем противодымной вентиляции современных автостоянок закрытого типа с использованием математических моделей на основе числа Фруда

А. В. Свердлов, генеральный директор FläktGroup Россия
А. П. Волков, эксперт FläktGroup Россия

Современные системы противодымной вентиляции автостоянок закрытого типа имеют тенденцию к увеличению производительности вентиляторов дымоудаления, что справедливо как для традиционных канальных поперечных систем [1, 2], так и для более современных продольных систем вентиляции, использующих реверсивные и однонаправленные струйные вентиляторы [3].

В работе [1] показано, что в европейской практике принято использовать канальные системы противодымной вентиляции автостоянок с производительностью, примерно в 1,5–2,0 раза большей, чем в России. Последнее обстоятельство заметно влияет на выбор схемы системы противодымной вентиляции. Использование более крупногабаритных воздуховодов системы дымоудаления в больших помещениях современных автостоянок может быть затруднено из-за незначительной высоты потолочных перекрытий — 2,5–3,5 м.

Расчет системы противодымной вентиляции автостоянки на стадии эскизного проектирования или при составлении технико-коммерческого предложения предпочтительно выполнять на базе упрощенной аналитической модели. При этом необходимо оценить погрешность полученных результатов по сравнению с базовой CFD-моделью.

Наиболее распространенным подходом при моделировании движения дымовых газов в помещении, где произошел пожар, является моделирование по числу Фруда. Число Фруда определяет соотношение между силами инерции и гравитационными силами. Плавучесть горячих дымовых газов есть гравитационная сила, поэтому число Фруда является очень важным элементом физического моделирования распространения дыма при возникновении пожара. В зависимости от особенностей сценария пожара и схемы системы дымоудаления существуют различные формы представления данного критерия. Наиболее распространенная форма представления числа Фруда следующая:

$$Fr = \frac{U^2}{gl}, \qquad (1)$$

где U — скорость, м/с; l — характерный размер, м.

Основные представления, касающиеся числа Фруда и соотношений подобия при моделировании по Фруду, одинаковы независимо от того, какой вариант написания формулы данного критерия используется. Моделирование по Фруду приемлемо для описания распространения дыма вдали от очага пожара, где пламя достигает потолочного перекрытия. Такой подход допустим исходя из нормативных требований к сценарию пожара в закрытой автостоянке. Обычно рассматривается пожар одного автомобиля с тепловой мощностью очага горения 4 МВт (5 МВт для России), когда сам очаг пожара можно представить как точечный, размеры которого малы по сравнению с площадью автостоянки, оснащенной автоматической (спринклерной) системой пожаротушения [4].

Моделирование по Фруду (*Fr*) используется при определении основных параметров продольных, струйных систем дымоудаления в автостоянках закрытого типа. При продольном дымоудалении высота потолочных перекрытий не является фактором риска.

При возникновении пожара включаются приточная и вытяжная системы противодымной вентиляции. Поток холодного приточного воздуха, подаваемый в нижнюю часть помещения автостоянки, должен обеспечить удержание нижней границы горячих дымовых газов на высоте Y, которая должна быть, в соответствии с нормативными требованиями, не менее 2 м. Включение группы струйных вентиляторов осуществляется с задержкой, необходимой для эвакуации людей из задымленной зоны автостоянки. Формирование дымовых зон при использовании однонаправленных и реверсивных продольных систем дымоудаления автостоянок рассмотрено в работе [3].

На рис. 1 показан механизм формирования разноскоростных и разноплотностных потоков воздуха и дымовых газов.

В зоне очага горения разделение потоков холодного приточного воздуха и горячих дымовых газов без перемешивания и обратного движения газовоздушной смеси обеспечивается при значениях *Fr* от 4,5 до 6,0 [5]. Обычно при расчетах принимают значение *Fr* = 4,5 или менее при наличии больших пожарных рисков.

Значение *Fr* для рассматриваемой модели может быть вычислено по формуле:

$$Fr = \frac{9{,}8Y(T_m - T_0)}{T_m V_1^2}, \qquad (2)$$

где T_0 — температура холодного приточного воздуха, K;

T_m — температура газовоздушной смеси за очагом горения, K;

V_1 — скорость приточного воздуха перед очагом горения, м/с.

Приняв условия по температурам T_m и T_0 100 и 15 °C, построим график (см. рис. 2) скорости V_1 в близких к критическим значениям числа *Fr*.

В работе [6] показано, что дополнительным фактором риска при пожаре в подземной многоярусной автостоянке является возможный локальный перегрев в зоне пожара, поскольку в данном случае ограждающие конструкции не являются эффективным стоком теплоты. Продольные струйные системы дымоудаления обеспечивают удаление избытков теплоты за счет увеличения производительности приточной и вытяжной систем противодымной вентиляции. Струйные вентиляторы охлаждают зону перегрева на потолочном перекрытии. Снижение температуры газовоздушной смеси происходит по мере движения дымовых газов от очага горения к отверстиям дымоудаления при перемешивании с приточным воздухом.

Влияние температуры газовоздушной смеси на выбор скорости приточного воздуха при Y = 2 м показано на рис. 3.

Из представленных данных (см. рис. 2 и 3) следует, что оптимальное значение скорости воздуха V_1 находится в пределах от 0,7 до 1,0 м/с.

Однако приближенная оценка значения V_1 недостаточна. При проектировании необходимо определить минимально допустимое значение $V_{1,}$ которое считается критическим $V_{1кр}$. Данный параметр определяет производительность вентиляторов дымоудаления и размер вентиляционных шахт, одновременно являясь гарантией безопасности и защиты путей эвакуации при пожаре.

Основной нормируемый параметр пожара на автостоянке — это конвективная мощность очага горения $Q_к$. Пожар одного автомобиля $Q_к$ = 2,7 МВт при наличии автоматической системы пожаротушения. При ее отсутствии предполагается пожар двух автомобилей $Q_к$ = 5,4 МВт.

Используя (7), можно получить выражение для $V_{1кр}$:

$$V_{1кр} = \sqrt{\frac{9{,}8Y(T_m - T_0)}{FrT_m}}. \qquad (3)$$

Для замены T_m используем выражение:

$$T_m = T_0 + \frac{Q_K}{\rho_в C_р BYV_{1кр}}, \qquad (4)$$

где $C_р$ — удельная изобарная теплоемкость продуктов сгорания и воздуха, кДж/(кг·К); принимают равной 1,09;

$\rho_в$ — плотность приточного воздуха, кг/м^3;

B — ширина парковки, перпендикулярная вентиляционному воздушному потоку, м.

После ряда операций получим кубическое уравнение:

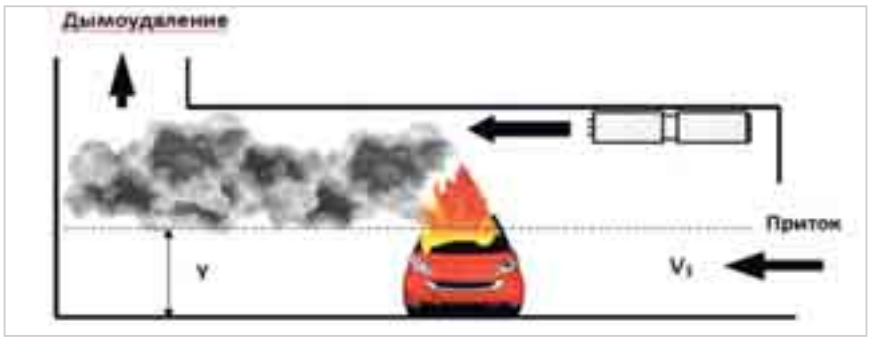


Рис. 1. Схема продольной, струйной системы дымоудаления автостоянки

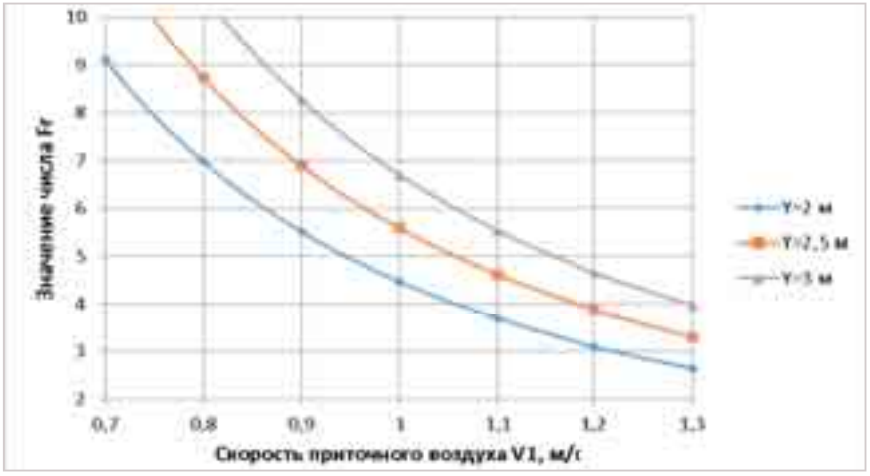


Рис. 2. График зависимости значения числа Fr от скорости приточного воздуха V_1 при заданных значениях высоты нижней границы горячих дымовых газов Y

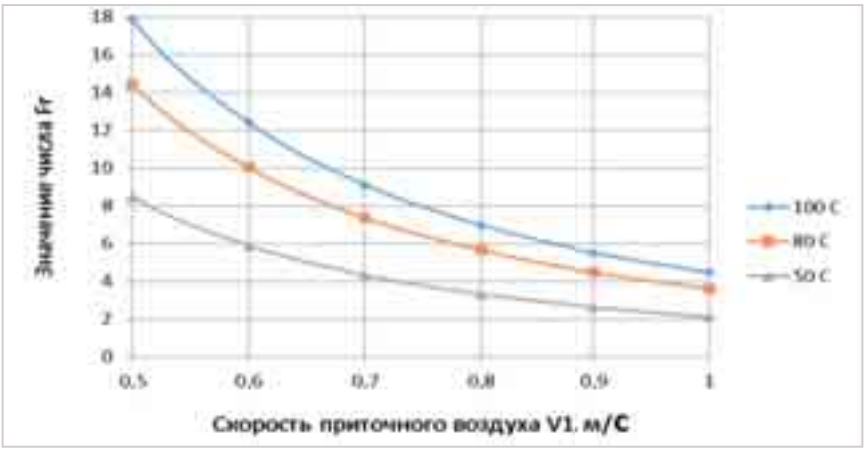


Рис. 3. График зависимости значения числа Fr от скорости приточного воздуха V_1 при заданных значениях температуры газовоздушной смеси T_m

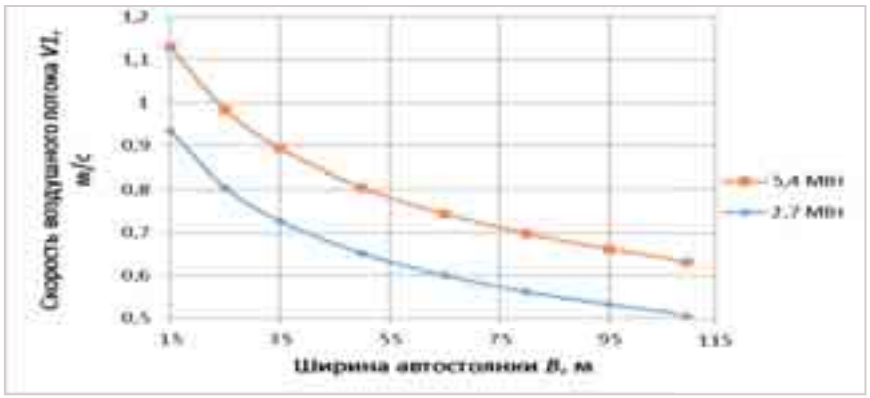


Рис. 4. График зависимости скорости $V_{1кр}$ от ширины помещения автостоянки B при пожаре одного и двух автомобилей

$$V_{1кр}^3 + DV_{1кр}^2 - DA = 0, \quad (5)$$

где

$$D = \frac{Q_K}{T_0 \rho_в C_p BY}; \; A = \frac{9{,}8Y}{Fr}.$$

Для решения уравнения (13) используем метод Кардано:

где

$$V_{1кр} = \sqrt[\varepsilon]{-\frac{M}{2} + \sqrt[z]{\frac{M^2}{4} + \frac{L^3}{27}}} + \sqrt[\varepsilon]{-\frac{M}{2} + \sqrt[z]{\frac{M^2}{4} + \frac{L^3}{27}}} - \frac{D}{3}, \quad (6)$$

$$L = -\frac{D^2}{3}; \; M = D\left(\frac{2D^2}{27} - A\right).$$

Уравнение (14) имеет важное практическое значение. Показано влияние на искомое значение $V_{1кр}$ не только константы $Q_к$, Y, Fr, но и параметров наружного воздуха. Для практических целей важно показать влияние параметра B, который называют размером зоны локализации очага горения. На стадии принятия объемно-планировочных решений следует учитывать, что за счет уменьшения поперечного сечения помещения автостоянки B и правильного расположения вентиляционных шахт можно существенно уменьшить производительность вентиляторов дымоудаления и размер сечения вентиляционных шахт.

На рис. 4 показано влияние B на $V_{1кр}$ при Y = 2 м и Fr = 4,5 при пожаре одного и двух автомобилей.

Температура продуктов горения T_m(K) за очагом горения перед вентилятором дымоудаления не должна превышать 673 К:

$$T_m = T_0\left(1 + \frac{D}{V_{кр}}\right). \quad (7)$$

При повышенных пожарных нагрузках конфигурация помещения оказывает влияние на температурный режим автостоянки во время пожара, что показано на рис. 5.

Минимальная производительность вентилятора дымоудаления, м³/час:

$$V_{вх} = 3600 V_{1кр} BY \frac{I_m}{T_0}, \quad (8)$$

V_{ex} представлена на рис. 6.

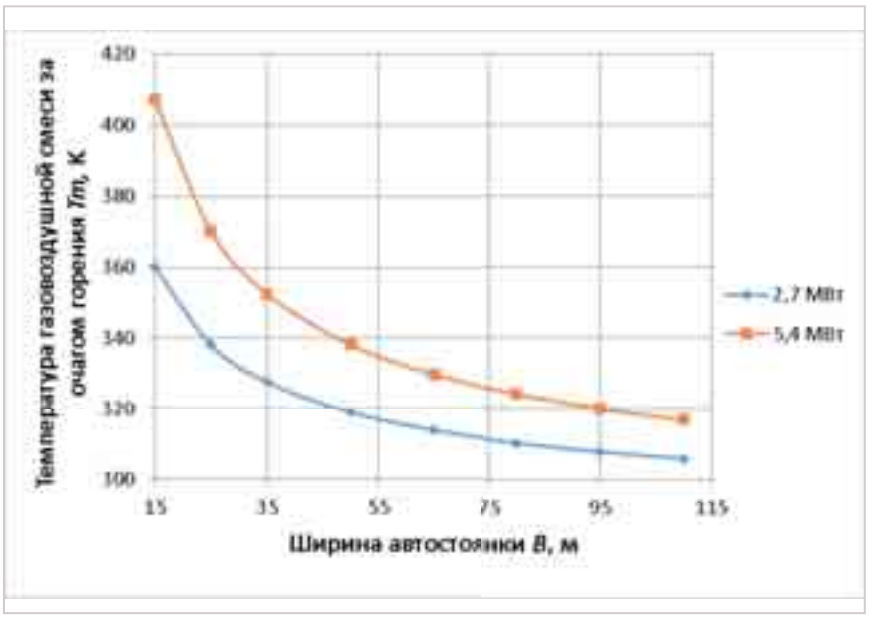


Рис. 5. График зависимости температуры T_m от ширины помещения автостоянки B при пожаре одного и двух автомобилей

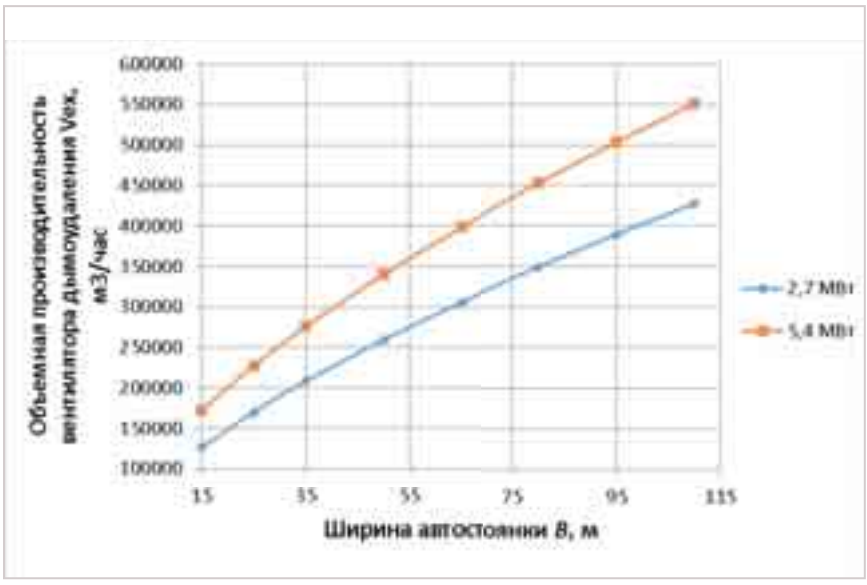


Рис. 6. График зависимости объемной производительности вентилятора дымоудаления V_{ex} от ширины помещения автостоянки B при пожаре одного и двух автомобилей

Литература

1. Свердлов А. В., Волков А. П. Анализ европейских и российских правил проектирования традиционных канальных систем противодымной вентиляции автостоянок закрытого типа//АВОК Вентиляция. Отопление. Кондиционирование. — 2017, № 6, с. 34–37.

2. Wojciech Vengzhinsky, Grzegorz Krajewski. Systemy wentylacji pożarowej garaże. Projektowanie, ocena, akceptacja / Системы противопожарной вентиляции гаражей. Проектирование, оценка, приемка. Пособие //Instytut Techniki Budowianej. Warszawa 2015 — ISBN 987 — 83 — 249 — 6792 — 6. http://www.flaktwoods.ru/about-us/media/news/sistemy-protivopozharnoj-ventilyatsii-garazhej/

3. Волков А. П., Свердлов А. В. Реверс воздушного потока при продольной вентиляции и дымоудалении подземных и крытых автостоянок//АВОК Вентиляция. Отопление. Кондиционирование. — 2015, № 1, с. 34–38.

4. Свердлов А. В., Волков А. П., Рыков С. В., Климович М. В., Волков М. А. Расчетные методы проектирования продольных струйных систем вентиляции автостоянок закрытого типа // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Холодильная техника и кондиционирование. 2016, № 4, с. 23–32.

5. Вишневский Е. П., Волков А. П. Системы струйной (импульсной) вентиляции крытых и подземных автостоянок // Мир строительства и недвижимости. — 2012, № 43, с. 54–57 с.

6. Вишневский Е. П., Волков А. П. Противодымная защита крытых и подземных автопарковок, оборудованных струйной (импульсной) вентиляцией // Мир строительства и недвижимости. — 2012, № 44, с. 54–56.

ЭКОЮРУС ВЕНТО

Оборудование систем местной вытяжной вентиляции

проектирование * производство * монтаж * наладка * сервисное обслуживание

Чистый воздух — наша цель!

197342, Россия, Санкт-Петербург, Сердобольская ул., д. 65, лит. А, тел./факс: (812) 336-95-59
E-mail: mail@ecoyurus.ru; www.ecoyurus.ru

ГОСТ или не ГОСТ, вот в чем вопрос?

На современном строительном рынке, как и во многих других сферах, существует много лазеек, которыми пользуются недобросовестные производители. Вот, например, одна из них. С одной стороны, контролирующие органы ужесточают требования к строительным материалам, к инженерному оборудованию. Это правильно, уровень должен расти. Но, с другой стороны, существует возможность приобрести практически любой сертификат, что значительно снижает гарантию и показатели качества. Как результат — на рынке появляется продукция, сертификат на которую содержит заведомо не соответствующие действительности параметры. И если такой сертификат читает специалист, то многие моменты сразу бросаются в глаза.

Как же бороться с данной проблемой? Конечно, с помощью нормативов.

В последнее время благодаря совместным усилиям специалистов компании «Керапласт» и ВНИИПО МЧС в нормативной базе, регулирующей производство и использование зенитных фонарей и дымовых люков, систем дымоудаления с естественным побуждением тяги, стали появляться положительные изменения. В частности, ГОСТ Р 53301-2013 «Клапаны противопожарные вентиляционных систем. Метод испытаний на огнестойкость» претерпел ряд изменений, упорядочив требования к дымовым люкам: был определен угол открывания и время открывания створки дымового люка, появились упоминания об эффективной площади люка, зависящей от его аэродинамики.

Возможно, в будущем будет внесено требование о необходимости проверять коэффициент истечения дыма для разных моделей люков в лаборатории (аэродинамические испытания), а не принимать в расчет выдуманные производителями цифры.

К слову, такие испытания в рамках европейской сертификации проводятся уже давно. Интересно будет сравнить результаты с российскими методиками.

И если теперь, после пяти лет кропотливой работы над нормативом, с дымовыми люками в большей степени все понятно, то с автоматикой управления, входящей в систему естественного дымоудаления, пока ясно далеко не все. Новый ГОСТ Р 53325-2012 р.7 определяет, какими должны быть щиты управления (ППУ пульты пожарные управления) и кнопки аварийного запуска. Раньше можно было предлагать российскому клиенту щиты управления такие же, как и на европейском рынке. Однако новые требования российского ГОСТа обязывают оборудовать щит панелью управления с кнопками, звуковыми и световыми индикаторами и другими функциями, которых нет в еврощитах.

Прохождение новых испытаний ППУ в России и попутное переоборудование производства под требования отечественного ГОСТа — нелегкая задача, с которой может справиться не каждый производитель. И здесь снова проявляется та самая лазейка с липовым сертификатом, о которой говорилось в начале статьи. Нечестный сертификат дает возможность продолжать поставлять на российский рынок оборудование без необходимых доработок.

Российский клиент в большинстве случаев смотрит только на итоговую стоимость и хочет купить дешевле, а собственник здания не всегда обратит внимание на разницу данных в сертификате и по факту. Только лет через пять приходит понимание того, что ты потратил большую сумму на ремонт и обслуживание дешевого оборудования, чем если бы купил качественный продукт.

Но есть и осведомленные клиенты, которые хотят получить качественное оборудование от честного производителя, такого, как, например, компания «Керапласт», работающего на противоречивом рынке дымовых люков и автоматики систем дымоудаления уже 15 лет.

KERAPLAST

www.keraplast.ru

Компания «Керапласт» давно занимается изготовлением дымовых люков — завод KERAGROUP OY работает уже более 40 лет, является членом европейской рабочей группы, занимающейся разработкой EN 12101 норматива по дымоудалению (в состав группы входят специалисты из пожарных надзорных органов, эксперты в области дымоудаления и ряд ведущих производителей данных систем). Подобная рабочая группа создана и в России, а компания «Керапласт» является ее председателем. Работа группы нацелена на усовершенствование требований к системам дымоудаления и внесение изменений в нормативную базу по данной теме.

Завод Schlumberger (г. Липецк)

Ассоциация инженеров по вентиляции, отоплению, кондиционированию воздуха, теплоснабжению

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

Более 200 компаний и специалистов

Более 15 лет работы

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

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

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

Повышение эффективности геотермальных теплонасосных систем в холодных регионах путем комбинированного использования двух источников тепла: земли и окружающего воздуха

Г. П. Васильев, доктор технических наук, почетный строитель России, научный руководитель ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ»

А. Н. Дмитриев, доктор технических наук, профессор кафедры экономики и управления городским строительством инженерно-экономического факультета Российской экономической академии им. Плеханова

В. Ф. Горнов, директор проектного отделения ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ»

В. А. Юрченко, научный сотрудник ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ»

В статье рассматривается задача повышения эффективности эксплуатации теплонасосных систем в регионах с низкими температурами наружного воздуха за счет комбинированного использования теплоты грунта и атмосферного воздуха. В этом варианте уменьшается тепловая нагрузка на грунтовой массив, что позволяет уменьшить размеры грунтового теплообменника и сохранить более высокую температуру грунта в течение отопительного сезона. Как следствие, удается получить более высокое значение коэффициента трансформации и сэкономить порядка 13% электрической энергии на привод тепловых насосов. В соответствии с выполненными расчетами создан экспериментальный образец комбинированной системы для коттеджа в Московской области.

Ключевые слова

Геотермальная теплонасосная система, воздушный тепловой насос, термоскважина, теплоснабжение, энергосбережение.

Введение

Теплонасосные системы получают все большее распространение во всем мире, в том числе и в регионах с холодным климатом [1, 2, 3]. Наиболее широко применяются два вида таких систем — воздушная теплонасосная система (ВТС) и геотермальная теплонасосная система (ГТС). Обе системы имеют свои достоинства и недостатки. Так, ГТС обеспечивают стабильное и надежное теплоснабжение, но при этом имеют высокую первоначальную стоимость. В свою очередь эффективность и производительность ВТС сильно зависят от постоянно меняющихся условий окружающей среды.

Работа в регионах с холодным климатом предъявляет дополнительные требования к теплонасосным системам. Отопительный период на большей части территории России заметно длиннее, а температуры окружающего воздуха намного ниже, чем, например, в Европе, что приводит к значительному снижению температур грунта в процессе эксплуатации ГТС, что, в свою очередь, приводит к снижению их эффективности. Согласно [2], тепловой дисбаланс грунта является ключевой проблемой, препятствующей эффективному функционированию ГТС в холодном регионе).

Бороться с этим эффектом можно несколькими способами: увеличение скважины [3, 4], модификация конструкции скважины [5], улучшение тепловых свойств [6, 7, 8], но самым действенным способом остается увеличение протяженности или количества грунтовых теплообменников [9]. Этот способ, однако, существенно увеличивает и стоимость системы, которая и без того достаточно высока по сравнению с ВТС.

В свою очередь теплопроизводительность ВТС значительно снижается при температурах окружающего воздуха ниже 0 °С [10]. Также при низких температурах наружного воздуха низкой оказывается и их эффективность: согласно исследованиям [11], COP воздушной ВТС составляла 1,8 и 1,1, что соответствовало наружной температуре 4,5 °С и –15 °С, соответственно. Чтобы компенсировать снижение производительности ВТС при температурах ниже 0 °С, иногда предлагаются негабаритные единицы для удовлетворения высоких потребностей в теплоснабжении в экстремальные холодные дни [12]. Но при этом увеличивается их стоимость: если обычно ВТС оказываются заметно дешевле, чем ГТС, поскольку не требуют обустройства грунтовых теплообменников, то в случае переразмеренной установки это преимущество сокращается [13].

Для того чтобы избежать удорожания, в обоих вариантах системы при обеспечении надежного теплоснабжения в регионах с холодным климатом предлагается комбинированная система, использующая и тепло грунта, и тепло атмосферного воздуха.

Методы

Для оценки эффективности такого решения были проведены сравнительные исследования работы теплонасосной системы, использующей только теплоту грунтового массива, и системы

с комбинированным использованием теплоты и грунтового массива, и атмосферного воздуха при температуре выше минус 10 °С. При этом в случае комбинированной системы грунтовый массив используется незначительную часть отопительного сезона: только при температурах атмосферного воздуха ниже минус 10 °С. Данная температура была выбрана в качестве граничной в соответствии с результатами исследований Шведского энергетического агентства, согласно которым именно при такой температуре ВТС еще обеспечивает полное покрытие отопительных нагрузок (потребность в отоплении). При более низких температурах наружного воздуха снижающаяся теплопроизводительность теплового насоса уже оказывалась меньше, чем требуемая нагрузка отопления, которая с понижением наружной температуры, напротив, возрастает.

На рис. 1 показана продолжительность стояния температур в Москве за отопительный период 2015–2016 годов в соответствии с данными метеостанции WMO ID 27612.

Как видно из рисунка, время стояния температур окружающего воздуха ниже минус 10 °С составляют всего 10–12% от длительности отопительного сезона. В это время комбинированная теплонасосная система теплоснабжения (КТСТ) работает от грунта. В остальной период в качестве источника низкопотенциальной теплоты система использует атмосферный воздух.

Принципиальная схема рассматриваемой КТСТ, использующей в качестве источника тепла низкого потенциала комбинацию атмосферного воздуха и грунтового массива, приведена на рис. 2.

Система сбора низкопотенциальной теплоты состоит из параллельно подключенных к испарителю теплового насоса 1, воздушного теплообменника 2 и грунтового теплообменника 3. Электроуправляемый трехходовой клапан 4 по сигналу датчика температуры атмосферного воздуха 5 переключает поток теплоносителя либо на воздушный теплообменник 2, либо на грунтовый теплообменник 3.

Для оценки эффективности предложенных решений авторами были проведены численные исследования по оценке эффективности предлагаемого решения. Моделирование осуществлялось при помощи программы INSOLAR.GSHP.12. Это программное обеспечение основано на математической модели пространственного нестационарного теплового режима грунта вокруг термоскважины с учетом климатических условий строительной площадки, теплоизоляции здания, характеристик тепловых насосов, циркуляционных насосов, нагревательных устройств, а также их режимов работы [16].

При проведении исследований рассматривался гипотетический коттедж площадью 200 м^2, для которого были выполнены численные эксперименты по моделированию эксплуатационных режимов КТСТ в почвенно-климатических условиях г. Москвы. Продолжительность отопительного сезона была принята равной 205 суткам в соответствии с действующими климатологическими нормами [14].

Основные исходные данные численного эксперимента представлены в таблице 1.

В качестве критерия эффективности работы теплонасосной системы были приняты коэффициент преобразования энергии и суммарные затраты электрической энергии за отопительный период.

Моделировалась работа системы при двух конфигурациях источника тепла:

— Грунт.

— Окружающий воздух и земля.

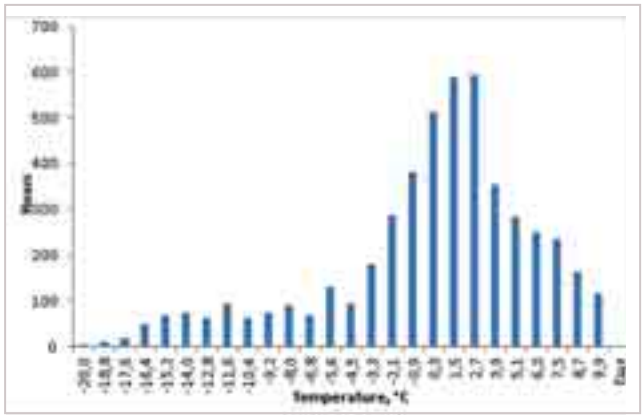


Рис. 1. Гистограмма температур отопительного сезона 2015/16 в Москве

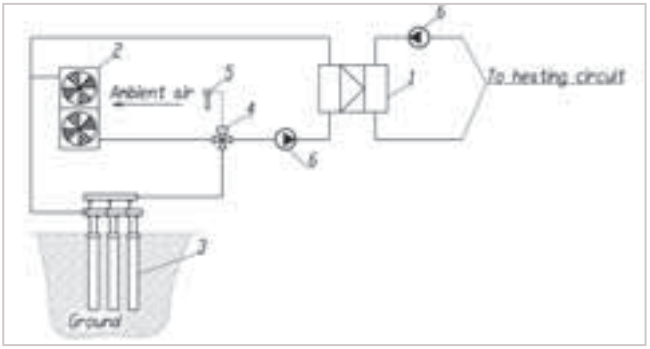


Рис. 2. Схема комбинированной теплонасосной системы теплоснабжения (КТСТ):
1 — тепловой насос; 2 — воздушный теплообменник; 3 — термоскважины; 4 — трехходовой клапан; 5 — датчик температуры атмосферного воздуха; 6 — циркуляционный насос

Таблица 1.

Основные исходные данные

Параметр	Размерность	Величина
Радиус термоскважин	м	0,080
Глубина термоскважин	м	50,00
Расход теплоносителя в системе теплосбора	м^3/час	5,513
Температура наружного воздуха	˚С	5,4
Эффективность теплозащиты здания в расчете на 1 термоскважину	Вт/˚С	288,684
Мощность установленного электрооборудования	кВт	4,613
Кинематическая вязкость теплоносителя системы теплосбора	кв.м/с	1,789E-06
Коэффициент теплопередачи от грунта к теплоносителю	Вт/(кв.м·˚С)	86,000
Теплоемкость теплоносителя	Вт·час/(кг·˚С)	1,047
Объемный вес теплоносителя	кг/куб.м	1 020,000
Теплопроводность грунта по горизонтали	Вт/(м·˚С)	2,000
Теплопроводность грунта по вертикали	Вт/(м·˚С)	2,000
Коэффициент теплопередачи с поверхности грунта	Вт/(кв.м·˚С)	23,260
Теплоемкость грунта	Вт·час/(кг·˚С)	0,642
Объемный вес грунта	кг/куб.м	2 000,000
Расчетная температура внутреннего воздуха в помещении (зима)	˚С	20,00
Расчетная температура наружного воздуха	˚С	минус 28,0
Продолжительность отопительного периода	мес.	7
Тип теплового насоса		грунт-вода
Установленная электрическая мощность привода теплового насоса	кВт	2,500
Температура конденсации	K	323
Термодинамический КПД теплового насоса	–	0,650
Температурный напор в конденсаторе	K	5
Температурный напор в испарителе	K	5
Температурный напор между внутренним воздухом и теплоносителем системы теплохладоснабжения	K	10
Установленная электрическая мощность циркуляционных насосов контура испарителя	кВт	0,100
КПД циркуляционных насосов контура испарителя	–	0,8
Установленная электрическая мощность циркуляционных насосов системы отопления	кВт	0,050
Потери напора в испарителе	м вод. столба	2

Результаты и обсуждение

На рис. 3 приведены полученные значения коэффициента преобразования для двух рассмотренных вариантов теплонасосной системы за отопительный период.

Как видно из графиков, коэффициент трансформации ГТС постепенно падает из-за выхолаживания грунтового массива и только к концу отопительного сезона несколько возрастает за счет снижения отопительной нагрузки. В случае КТСТ в течение всего отопительного периода коэффициент трансформации выше, в том числе за счет менее интенсивного выхолаживания грунтового массива, а к концу отопительного периода существенно возрастает за счет преимущественного использования теплоты уже достаточно прогретого атмосферного воздуха.

Потребление энергии системой определялось с учетом изменения температуры грунта при многолетнем извлечении тепла, при этом приток тепла из окружающего грунта, за счет которого происходит восстановление температуры в периоды низких или отсутствующих нагрузок на грунтовые теплообменники, также учитывался. Таким образом, потребление энергии системой вычислялось на 5-й год эксплуатации. Затраты энергии на дефростацию воздушного теплообменника не учитывались. Данные по потреблению электрической энергии в течение отопительного периода для рассмотренных вариантов приведены в таблице 2.

Из представленных данных видно, что комбинированное использование низкопотенциальной теплоты грунтового

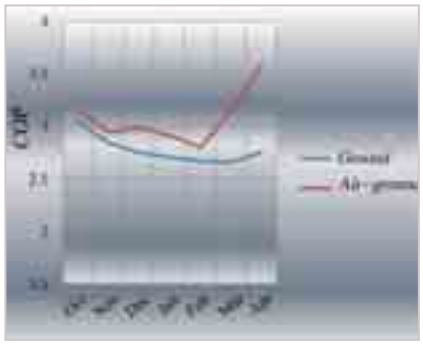


Рис. 3. Коэффициенты преобразования энергии

Рис. 4. Фотография коттеджа, на котором был смонтирован экспериментальный образец комбинированной системы

Рис. 5. Мнемосхема экспериментального образца комбинированной теплонасосной системы

Таблица 2.

Потребление электрической энергии

	Ед. измер.	Кол-во
ГТС	кВт·ч	14 903
КТСТ	кВт·ч	12 917

массива и атмосферного воздуха позволяет снизить потребление энергии системой на 13,3% по сравнению с ГТС.

В соответствии с выполненными расчетами был создан экспериментальный образец комбинированной системы для коттеджа в ДПК «Алеко» в Московской области, приведенного на фотографии рис. 4.

Мнемосхема примененной комбинированной системы с дополнительной утилизацией теплоты вентиляционных выбросов приведена на рис. 5. Система находится в начальной стадии экспериментальной эксплуатации.

Заключение

Результаты численного моделирования подтверждают эффективность предложенного решения с точки зрения обоих выбранных показателей эффективности — COP и суммарных затрат электрической энергии за отопительный период.

Коэффициент преобразования КТСТ оказывается выше аналогичного показателя для GHPS на протяжении всего отопительного периода.

Экономия энергии в случае комбинированного источника получена равной 13,3%.

В данной работе рассмотрено использование теплоты атмосферного воздуха при помощи системы с промежуточным теплоносителем, что является не самым эффективным решением из-за потерь температуры в промежуточных теплообменниках и дополнительных затрат энергии на привод циркуляционного насоса. Для повышения эффективности утилизации теплоты атмосферного воздуха целесообразно рассмотреть вариант КТСТ с применением теплообменника хладагент-воздух [18].

Применение комбинации источников тепла и соответственное снижение нагрузки на грунтовые теплообменники позволит сохранить более высокие температуры грунта и тем самым повысить эффективность работы теплового насоса. Вместе с тем использование атмосферного воздуха в начале и конце отопительного периода, когда температура атмосферного воздуха выше температуры грунта, также повышает эффективность работы теплонасосной системы.

В регионах с холодным климатом комбинированное использование грунта и воздуха в качестве источников тепла для теплонасосной системы за счет распределения нагрузки между двумя источниками позволяет избежать увеличения размеров грунтовых теплообменников в варианте ГТС. Таким образом, капитальные затраты на создание комбинированной системы будут ниже, чем затраты на создание ГТС: ожидается, что относительно небольшой воздушный теплообменник, используемый в периоды с умеренными температурами наружного воздуха, будет дешевле, чем дополнительные грунтовые теплообменники.

В качестве одного из критериев оптимизации эффективности работы КТСТ может быть предложена температура переключения на грунтовые теплообменники. В настоящей работе эта температура принята равной минус 10 ˚С, но, поскольку существенное снижение характеристик ВТС наблюдается уже от 0 ˚С, именно эту температуру можно рассмотреть в качестве граничной. Как видно из рис. 1, даже в этом случае КТСТ будет использовать воздух на протяжении более чем половины отопительного периода.

Литература

1. Outlook 2011. European Heat Pump Statistics. The European Heat Pump Assocation.

2. Васильев Г. П. Эффективность и перспективы использования тепловых насосов в городском хозяйстве Москвы. Энергосбережение. 2007. № 8. С. 63.

3. Васильев Г. П. Основные задачи городской программы об энергосберегающем домостроении в Москве. Энергосбережение. 2009. № 4. С. 8–14.

4. Tian You, Wei Wu, Wenxing Shi, Baolong Wang, Xianting Li. An overview of the problems and solutions of soil thermal imbalance of ground-coupled heat pumps in cold regions. Applied Energy 177 (2016) 515–536.

5. Васильев Г. П., Шилкин Н. В. Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в теплонасосных системах АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2003. № 2. С. 52–62.

6. Gornov V. F., Peskov N. V., Vasilyev G. P., Kolesova M. V. Assessment of impact of borehole heat exchanger design on heat extraction/rejection efficiency, MATEC Web of Conferences 75. 2016.C. 09009.

7. Васильев Г. П. Использование низкопотенциальной тепловой энергии грунта поверхностных слоев земли для теплохладоснабжения здания. Теплоэнергетика. 1994. № 2. С. 31–33.

8. Chiasson AD, Rees SJ, Spitler JD. A preliminary assessment of the effects of groundwater flow on closed-loop ground source heat pump systems. Stillwater, (OK, US): Oklahoma State Univ; 2000.

9. Vasilyev G. P., Peskov N. V., Lichman V. A., Gornov V. F., Kolesova M. V. Simulating the thermal operating conditions in the thermal wells of ground-source heat-pump heat supply systems. Part I: porous moisture freezing processes in soil. Thermal Engineering. 2015. Т. 62. № 8. С. 547–552.

10. Vasilyev G. P., Peskov N. V., Lichman V. A., Gornov V. F., Kolesova M. V. Simulating the thermal operating conditions in the thermal wells of ground-source heat-pump heat supply systems. Part II: consideration of porous moisture phase transitions in soil. Thermal Engineering. 2015. Т. 62. № 10. С. 751–756.

11. Васильев Г. П. Геотермальные теплонасосные системы теплоснабжения. Теплоэнергетика. 2004. № 6. С. 33–41.

12. S. Bertsch, E. Groll, Two-Stage Air-Source Heat Pump for Residential Heating and Cooling Applications in Northern U.S Climates. International Journal of Refrigeration 31 (2008) 1282.

13. V.I. Ugursal, B. Ma, C. Li, Thermal Performance and Economic Feasibility of A Low Energy House Equipped with An Air-Source Heat Pump. American Society of Mechanical Engineers (1992) 111–117.

14. N. J. Hewitt, M. J. Huang, M. Anderson, M. Quinn, Advanced air source heat pumps for UK and European domestic buildings, Applied Thermal Engineering 31 (2011) 3713–3719.

15. Васильев Г. П. Зеленое строительство как инструмент экономии первичного топлива. Энергосбережение. 2011. № 8. С. 26–41.

16. Gornov V. F., Peskov N. V., Vasilyev G. P., Kolesova M. V. Modelling of Thermal Behavior of Borehole Heat Exchangers of Geothermal Heat Pump Heating Systems. MATEC Web of Conferences 77, 06009. 2016.

17. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». 2012.

18. Г. П. Васильев, В. А. Личман, И. А. Юрченко, М. В. Колесова. «Метод оценки коэффициента теплотехнической однородности из анализа термограмм». Инженерно-строительный журнал. 2016. № 6 (66). С. 60–67.

Поквартирное регулирование в горизонтальной системе отопления: оптимальный выбор

При проектировании современных систем отопления все большее распространение получают схемы с горизонтальной разводкой трубопроводов. Решения с поэтажными узлами обеспечивают возможность максимального энергосбережения и учета индивидуальных потребностей в теплоснабжении.

Преимущества решения

Основное преимущество поэтажного регулирования — подача точного количества тепловой энергии в квартиры и индивидуальный учет теплопотребления. Решение исключает влияние гравитационной составляющей давления на расход у потребителя, что обеспечивает отсутствие сезонных колебаний расхода.

Трубопроводы прокладываются скрыто, что увеличивает полезную площадь помещения. Упрощаются ремонтные работы на стояках, замена отопительных приборов происходит без отключения отопления соседей.

Одним из основных элементов горизонтальной системы отопления является этажный распределительный узел. В его состав, как правило, входят коллектор (1), автоматический балансировочный клапан на вводе (2), квартирная балансировочная арматура (3), приборы учета (4), запорные элементы.

Коллектор

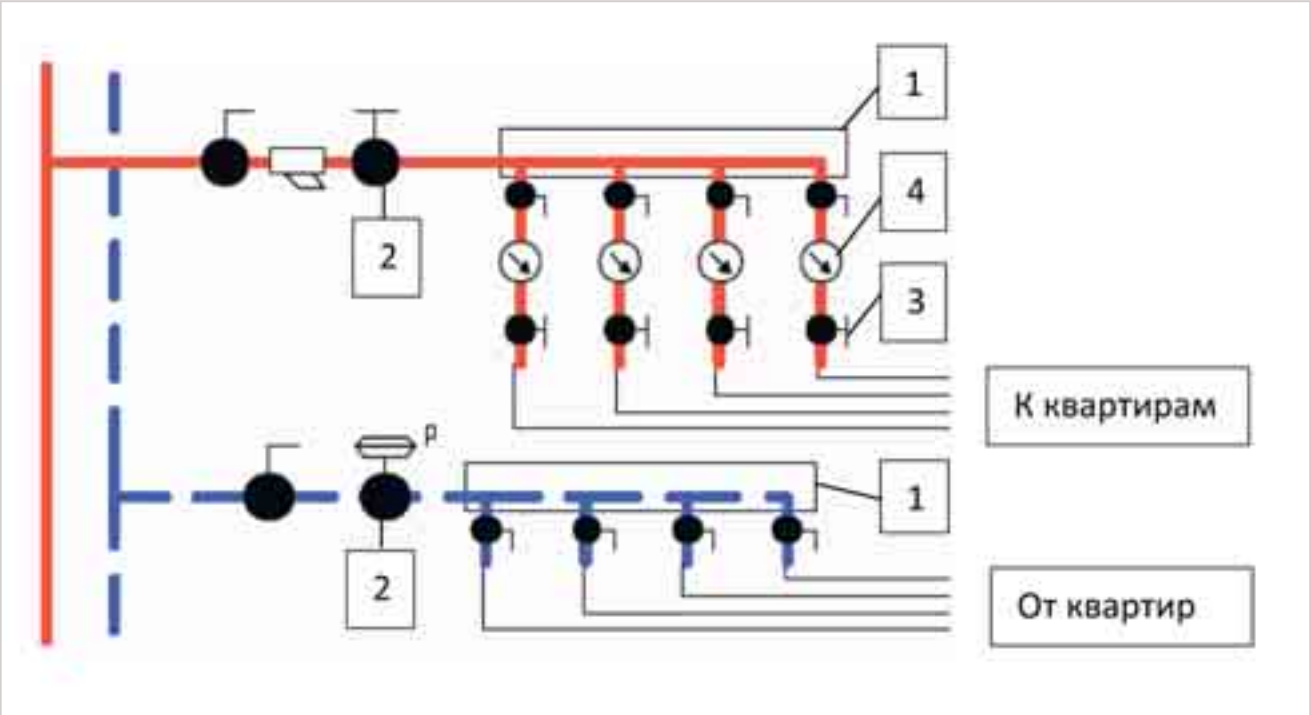
Коллектор выполняет функции распределения расхода по квартирам и отделения воздуха, растворенного в теплоносителе. При этом качественное отделение происходит при скоростях менее 0,1 м/с в месте сбора воздуха.

Сделаем примерный расчет для 4 квартир на этаже, каждая из которых по 60 кв. м. При отопительной нагрузке 70 Вт/м^2 и графике системы отопления 80/60 °С минимально необходимый диаметр коллектора будет составлять 50 мм:

$Q = 60*70*4 = 16{,}8$ кВт.
$G = 16.8*0{,}86/20 = 0{,}72$ м^3/ч.
$D = 18{,}8*\sqrt{(0.72/0.1)} = 50$ мм.

Из распределителей широкое распространение получили изделия из латуни, углеродистой или нержавеющей стали. Достоинство латуни — стойкость к коррозии. Однако данное решение не лишено минусов. Большинство производителей выпускают коллекторы Ду20, Ду25, Ду32. При скорости теплоносителя не выше 0,1 м/с оборудование удовлетворяет потребностям поквартирных систем отопления, но недостаточно для подключения нескольких потребителей. Образцы из латуни Ду50 имеют ограничения по длине и количеству выпусков. Поэтому в поэтажных системах отопления собирают по 2–3–4 коллектора в линию, что снижает надежность конструкции.

Изделия из нержавеющей стали представлены большими типоразмерами. Чаще всего это тянутые коллекторы, имеющие тонкие стенки патрубков с неизвестным количеством витков резьбы на отводах. Оптимальным же вариантом является распределитель с нормированными формой и размерами сварных швов, произведенный на качественном оборудова-



нии для обеспечения полного провара соединений и минимальной зоны термического влияния.

Данным критериям удовлетворяет использование коллектора из углеродистой стали с диаметром не менее 50 мм и патрубками, приваренными в защитной атмосфере. В отличие от аналогичных устройств из нержавеющей стали такой вариант значительно дешевле.

Балансировочная арматура

Основная функция балансировочной арматуры — обеспечение требуемого расхода на квартиру и работы терморегуляторов.

От выбора автоматического клапана зависит работа всей системы. Регулятор с низкой точностью или завышенным диапазоном настройки перепада давлений не защищает от перерасхода или недостатка тепла, также есть вероятность возникновения шума на радиаторных клапанах в переходный период. Поэтому рекомендуется оборудование с диапазоном настройки не выше 25 кПа и наименьшим отклонением поддерживаемого перепада при малых расходах или большом перепаде давлений на самом балансировочном клапане.

Установка ручных балансировочных клапанов на каждом отводе коллектора позволяет обслуживающей организации устранить влияние одного жильца на другие квартиры, например, при замене отопительных приборов. Каждое устройство должно иметь измерительные ниппели и шкалу настройки, чтобы управляющая компания могла идентифицировать и устранить возникший недорасход у других жильцов.

Учет тепла

Действующие нормы регламентируют свободный доступ к средствам учета тепла, но не место его установки или тип. Для владельца квартиры важным является точное фиксирование потребления. Для управляющей компании необходимо использование отказоустойчивых приборов, учитывающих возможный слив теплоносителя. Поэтому лучшим выбором является установка прибора учета на подающем трубопроводе с отсутствием подвижных частей и обладающего широким динамическим диапазоном и межповерочным интервалом.

Готовое решение

Обеспечить простой и в то же время оптимальный выбор позволяет применение готового решения. В частности, широкий модельный ряд узлов регулирования для горизонтальных систем TDU.3 выпускает компания «Данфосс».

В TDU.3 применен стальной коллектор диаметром 50 мм, изготовленный в защитной атмосфере. Высокоточный клапан ASV-PV 4G с диапазоном 5–25 кПа гарантирует минимальные отклонения поддерживаемого перепада давлений во всем диапазоне работы (согласно исследованию BSRIA). Увязку квартир обеспечивают клапаны USV-I или MSV-B.

На отводах от подающего коллектора установлены ультразвуковые теплосчетчики Sonosafe 10 или Sonoselect 10. Приборы имеют диапазон измерений 1:100 и межповерочный интервал 6 лет.

Независимые кронштейны обеспечивают необходимую гибкость при монтаже TDU.3 в стесненных условиях. Производитель дает гарантию на весь узел в сборе.

Лучшие решения в области контроля температуры и давления

С 1960 года на рынке трубопроводной и регулирующей арматуры

ОАО «Теплоконтроль» — крупнейший российский производитель приборов контроля и регулирования технологических процессов, средств автоматизации, приборов теплоснабжения и нестандартного оборудования.

Производственные мощности предприятия располагают современным оборудованием, высококвалифицированными кадрами и включают: литейное производство (в том числе литье по газифицированным моделям), заготовительно-штамповочное производство, механообрабатывающее и инструментальное производства, гальванический, покрасочный и сборочный участки.

Продукция, выпускаемая заводом, хорошо зарекомендовала себя благодаря высоким эксплуатационным показателям и надежности на предприятиях тепловой и атомной энергетики, химии и металлургии, нефтегазового комплекса и машиностроения, в производстве строительных материалов и пищевой промышленности, судостроении и коммунальном хозяйстве как в России, так и в странах ближнего зарубежья, Юго-Восточной Азии, Восточной Европы, на Ближнем Востоке.

Вся реализуемая продукция разработана и изготовлена в соответствии с ГОСТ и ТУ и имеет все необходимые разрешения и сертификаты. Ассортимент продукции нашей компании постоянно расширяется, и в настоящее время выпускается более 100 наименований основных видов продукции:

— регуляторы температуры РТ-ДО; РТ-ТС; РТЦГВ;

— регуляторы расхода и давления прямого действия РР и РД; РДПД; РПДПД;

— клапаны регулирующие с электрическим приводом КР-1; КР-1-ТР;

— регуляторы температуры и давления электронные КР-1Т; КР-1Д;

— регулятор расхода тепловой энергии РРТЭ;

— термодатчики ТД-М;

— термометры манометрические ТКП-160Сг-М3; ТГП-100ЭК; ТКП-100ЭК;

— гидравлические индикаторы веса ГИВ6-М2; ГИВ-1Э.

В основе регулирующих клапанов и регуляторов давления применена клеточная конструкция, разгруженная по давлению. Данная конструкция позволяет применять маломощные электроприводы. Замена традиционного сальника разделительным сильфоном полностью устраняет проблему протечки регулируемой среды через сальниковый узел в течение всего срока эксплуатации, что значительно сокращает расходы на обслуживание регулирующего оборудования.

В качестве исполнительного механизма в регулирующих клапанах нами применяются электроприводы фирмы Sauter (Швейцария).

Хорошая ремонтопригодность, надежность и простота в обслуживании — вот те основные требования, предъявляемые к разрабатываемой и выпускаемой нашим предприятием продукции.

С 2003 года на предприятии внедрена система менеджмента качества, соответствующая требованиям международного стандарта ISO 9001:2008 в отношении проектирования, производства, продажи и сервисного обслуживания приборов для контроля и регулирования технологических процессов, что подтверждено выданным сертификатом соответствия № 15.0984.026.

На сайте компании вы можете самостоятельно подобрать оборудование по каталогу, руководствуясь имеющимися параметрами и требованиями к оборудованию, условиям предстоящей эксплуатации. Для удобства потребителей также можно обратиться в онлайн-режиме к техническим специалистам и менеджерам, которые помогут в выборе оборудования, оформлении заявки и проконсультируют с условиями поставки оборудования.

ОАО «Теплоконтроль»
215500, г. Сафоново, Смоленская область, ул. Ленинградская, д. 18
Тел.: +7 (48142) 2-84-15, 2-84-11
info@tcontrol.ru, market@tcontrol.ru
www.tcontrol.ru

Теплоконтроль™
настройся на теплую жизнь
www.tcontrol.ru

Теплоконтроль™

настройся на теплую жизнь

Регуляторы давления

Регуляторы температуры

Регулирующие клапаны

+7 (48142) 2-84-11

www.tcontrol.ru

Тепловизионный метод определения расхода воды через отопительный прибор

М. В. Павлов, старший преподаватель
Д. Ф. Карпов, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»
В. А. Агафонов, генеральный директор
АО «Газпром газораспределение Краснодар»
В. А. Писаренко, руководитель проектов
ООО «Газотранспортные коммуникации и сооружения»
К. Ю. Беляев, заместитель директора по производству
ООО «Северный край»
П. С. Березин, инженер ООО «Северный Альянс»

Расход воды через отопительный прибор является важным показателем его работы и системы водяного отопления здания в целом. В научной статье предложен авторский способ бесконтактного определения массового расхода воды, проходящей через отопительный прибор, который основан на тепловизионной диагностике объекта теплового контроля. На примере чугунного отопительного радиатора марки МС-140М2 выполнена апробация авторской методики расчета.

Ключевые слова:
Отопление, массовый расход воды, отопительный прибор, тепловизионная съемка, температурный рельеф, температурный профиль.

Основными тепловыми затратами на коммунально-бытовые нужды в жилых и общественных зданиях являются расходы энергии на отопление (не менее 30–35%). Как следствие, средний размер платы за отопление от общей платы за коммунальные услуги в большинстве регионов нашей страны по данным [1] составляет приблизительно 30–60%. Значительные расходы энергии на отопление зданий в России объясняются в основном относительно низкой температурой наружного воздуха в течение отопительного сезона (таблица 1), его продолжительностью и в среднем невысоким уровнем тепловой защиты зданий. Особенно это касается жилищного фонда старой постройки.

Как известно, основное назначение любой системы отопления — это компенсация тепловых потерь в помещениях здания и обеспечение в них требуемых температурных параметров [2]. Поэтому тепловой режим помещений здания, а точнее, его поддержание на заданном уровне, будет определяться суммарной тепловой мощностью отопительных приборов, расположенных в них (обычно в подоконных нишах). В свою очередь тепловая мощность каждого отопительного прибора, исходя из имеющихся расчетных уравнений, зависит от трех основных показателей: расхода воды, поступающей в отопительный прибор, начальной и конечной температуры теплоносителя (на входе и на выходе из отопительного прибора) и площади его поверхности нагрева. Если площадь поверхности нагрева может быть найдена с достаточно высокой точностью по паспортным данным в зависимости от числа секций прибора, то нахождение расхода и температуры воды без применения соответствующего измерительного оборудования является затруднительным. Традиционные средства измерения (расходомеры, термометры сопротивления) являются, как правило, разрушающими методами контроля и требуют непосредственного их контакта с измеряемой средой. Современные измерительные технологии, работа которых основана, в первую очередь, на регистрации теплового излучения объектов контроля, позволяют проводить такие измерения бесконтактными способами. К таким приборам относятся инфракрасные термометры (пирометры), тепловизоры и др. Последние нашли широкое применение в строительстве и энергетике как эффективные средства для оценки теплового состояния различных объектов энергопотребления: зданий и сооружений, теплообменного и насосного оборудований, инженерных сетей, электрощитовых и мн. др. Подробно о конструкции, принципе работы, технических характеристиках и применении тепловизоров на практике изложено в учебном пособии [3].

Михаил Васильевич Павлов
Занимаемая должность: ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.
Название организации: ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет» (г. Вологда). Научные интересы: гидравлика; тепломассообмен; теплоснабжение; энергосбережение. Научно-методические труды: 61 научная публикация, 13 патентов РФ на изобретения, 16 учебно-методических работ.

Рассмотрим авторский способ определения массового расхода воды, проходящей через отопительный прибор, который основан на неразрушающем контроле теплового состояния отопительного прибора и его подводок с применением портативного тепловизора.

На рис. 1 представлена принципиальная схема реализации способа.

Денис Федорович Карпов

Занимаемая должность: ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

Название организации: ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет» (г. Вологда). Научные интересы: теплофизика твердого тела, жидких и сыпучих полидисперсных сред; тепловой неразрушающий контроль; энергоресурсосбережение в строительстве, энергетике и инженерных системах. Научно-методические труды: 90 научных публикаций, 14 патентов РФ на изобретения, 1 «ноу-хау», 16 учебно-методических работ.

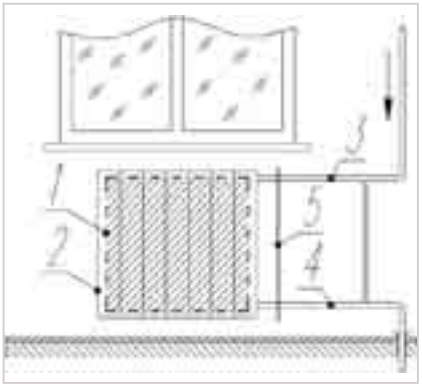


Рис. 1. Принципиальная схема реализации способа: 1 — поверхность отопительного прибора; 2 — отопительный прибор; 3 — подающая подводка; 4 — обратная подводка; 5 — температурный профиль

Владимир Александрович Агафонов

Занимаемая должность: генеральный директор. Название организации: АО «Газпром газораспределение Краснодар» (г. Краснодар). Научные интересы: теплофизика твердого тела, жидких и сыпучих полидисперсных сред; газоснабжение населенных мест и предприятий; энергоресурсосбережение в строительстве и промышленной энергетике.

Научно-методические труды: 7 научных публикаций, 2 патента РФ на изобретение, 5 учебно-методических работ.

Поверхность *1* отопительного прибора *2* (рис. 1), обращенная в помещение, подающая *3* и обратная *4* подводки к отопительному прибору *2* расположены открыто и доступны для выполнения тепловизионной съемки и последующего анализа термограммы (или термограмм), а также построения температурного профиля *5*. Площадь поверхности нагрева отопительного прибора *2* известна и равна *F*. Температура внутреннего воздуха в помещении равна $t_{вн}$. Тепловой режим этажеузла помещения — установившийся.

На расстоянии от отопительного прибора *2* с площадью поверхности нагрева *F* производят тепловизионную съемку этажеузла помещения, включающего в себя поверхность *1* отопительного прибора *2*, обращенную в помещение, подающую *3* и обратную *4* подводки к отопительному прибору *2*. В ходе последующего анализа полученной термограммы (или термограмм) определяют среднюю температуру поверхности *1* $t_{ср}$ отопительного прибора *2*, обращенной в помещение, и строят температурный профиль *5*, пересекающий полностью подающую *3* и обратную *4* подводки к отопительному прибору *2*. По результатам построения температурного профиля *5* определяют максимальную температуру поверхностей подающей *3* $t_{вх}$ и обратной *4* $t_{вых}$ подводок к отопительному прибору *2*. Отдельно измеряют температуру внутреннего воздуха в помещении $t_{вн}$.

Массовый расход воды через отопительный прибор *2* вычисляют по следующей расчетной формуле:

$$G = 0{,}86\alpha\frac{t_{ср} - t_{вн}}{t_{вх} - t_{вых}}F, \qquad (1)$$

где α — средний коэффициент теплоотдачи на внешней поверхности отопительного прибора *2*, Вт/(м²·К); $t_{ср}$ — средняя температура поверхности *1* отопительного прибора *2*, обращенной в помещение, ˚С; $t_{вн}$ — температура внутреннего воздуха в помещении, ˚С; $t_{вх}$ — максимальная температура поверхности подающей подводки *3* к отопительному прибору *2*, ˚С; $t_{вых}$ — максимальная температура поверхности обратной подводки *4* к отопительному прибору *2*, ˚С; *F* — площадь поверхности нагрева отопительного прибора *2*, м².

Средний коэффициент теплоотдачи α на внешней поверхности отопительного прибора *2* допускается принимать равным, согласно учебным данным [2]: 11,5 Вт/(м²·К) — для вертикальных бетонных панельных радиаторов; 10,0 Вт/(м²·К) — для чугунных секционных радиаторов; 7,0 Вт/(м²·К) — для конвекторов с кожухом.

В качестве примера определим массовый расход воды через отопительный прибор на примере чугунного отопительного радиатора марки МС-140М2. На рис. 2 приведена термограмма рассматриваемого отопительного прибора.

Таблица 1.

Средняя температура наружного воздуха в крупных городах мира в течение наиболее холодного месяца года

Город	Координаты северной широты, с. ш.	Среднемесячная температура января, ˚С
Берлин	52˚ 31’	0,7
Лондон	51˚ 30’	5,0
Москва	55˚ 45’	–7,4
Нью-Йорк	40˚ 43’	0,3
Париж	48˚ 50’	4,5
Рим	41˚ 54’	8,1

Виктор Анатольевич Писаренко
Занимаемая должность: руководитель проектов. Название организации: ООО «Газотранспортные коммуникации и сооружения» (г. Санкт-Петербург). Научные интересы: котельные установки; наружное газоснабжение; тепловые сети. Научно-методические труды: 1 патент РФ на изобретение, 5 научных публикаций, 2 учебно-методические работы.

Кирилл Юрьевич Беляев
Занимаемая должность: заместитель директора по производству. Название организации: ООО «Северный край» (г. Вельск, Архангельская область). Научные интересы: теплофизика твердого тела, жидких и сыпучих полидисперсных сред; котельные установки; энергосбережение в системах теплогазоснабжения. Научно-методические труды: 6 научных публикаций, 2 патента РФ на изобретение, 3 учебно-методические работы.

Павел Сергеевич Березин
Занимаемая должность: инженер. Название организации: ООО «Северный Альянс» (г. Вологда). Научные интересы: общая энергетика; котельные установки и парогенераторы; централизованное теплоснабжение. Научно-методические труды: 6 научных публикаций, 2 патента РФ на изобретение, 5 учебно-методических работ.

По результатам анализа термограммы (рис. 2), полученной по итогам тепловизионной съемки с помощью тепловизора *Testo 875-2*, средняя температура поверхности отопительного прибора (рис. 3), обращенной в помещение, составила $t_{ср}$ = 50,2 °С. По результатам построения в прикладной программе *Testo IRSoft 4.0* температурного профиля (рис. 3) значения максимальной температуры поверхностей подающей и обратной подводок к отопительному прибору соответственно составили $t_{вх}$ = 51,6 °С и $t_{вых}$ = 49,6 °С.

Температура внутреннего воздуха в помещении по показаниям термогигрометра *Testo 610* равна $t_{вн}$ = 18,9 °С. Площадь поверхности нагрева чугунного радиатора МС-140М2, состоящего из 7 секций, по паспортным данным отопительного прибора равна F = 1,71 м^2.

Средний коэффициент теплоотдачи на внешней поверхности отопительного прибора принят равным α = 10,0 Вт/(м^2·К).

Расход воды через радиатор МС-140М2 по формуле (1) составил:

$$G = 0{,}86 \cdot 10{,}0 \cdot \frac{50{,}2 - 18{,}9}{51{,}6 - 49{,}6} \times$$

$$\times 1{,}71 = 230{,}15 \text{ кг/ч}.$$

Заключение

Разработанный способ определения массового расхода воды через отопительный прибор может применяться в отоплении и стать частью количественного анализа тепловых изображений, полученных в ходе выполнения тепловизионной съемки, наряду, например, с определением фактического сопротивления теплопередаче наружных ограждений здания. Расход воды через отопительный прибор — важный показатель его работы. Располагая данной величиной, можно определить фактическую скорость воды в подводках к отопительному прибору, гидравлическое сопротивление этажеузла помещения, степень засоренности трубопроводов и секций отопительного прибора, уровень шума гидравлической системы и т. д.

Литература

1. Кузнецова В. Г. Микроклимат и энергосбережение в жилых зданиях // Молодежь и XXI век — 2015. — Курск: ЗАО «Университетская книга», 2015. — Т. 3. — С. 230–232.

2. Сканави А. Н., Махов Л. М. Отопление. — Москва: АСВ, 2008. — 576 с.

3. Синицын А. А., Карпов Д. Ф., Павлов М. В. Основы тепловизионной диагностики теплопотребляющих объектов строительства. — Вологда: ВоГУ, 2014. — 160 с.

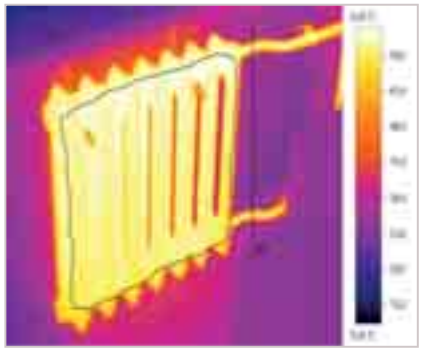


Рис. 2. Тепловое изображение чугунного отопительного радиатора МС-140М2 (Р1 — температурный профиль)

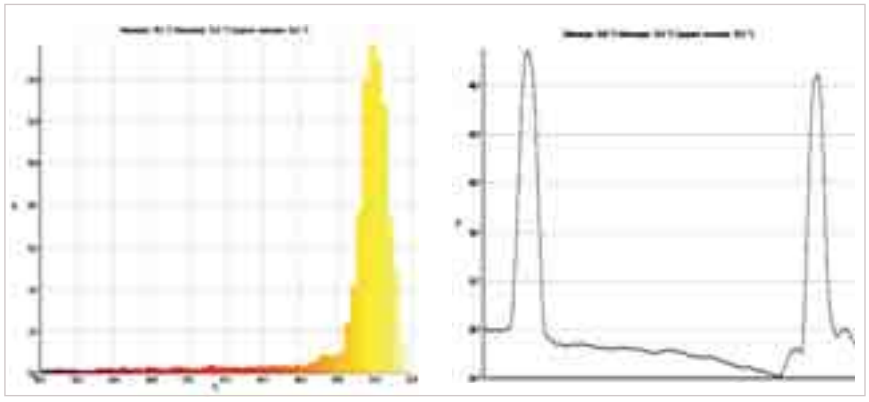


Рис. 3. Температурные рельеф и профиль (Р1) термограммы

ENGINEERING
TOMORROW
Danfoss
от эксперта в энергосбережении
Проектируя будущее,
мы просто решаем сложные
задачи
Danfoss — это инновационные решения, подробная техническая литература, программы подбора оборудования, персональные консультации, технические семинары по всей России.
1 день
на расчет проекта
по вашему запросу
* конструируя завтрашний день
www.danfoss.ru

Расчет системы ГВС. Все сложное становится проще!

И. В. Горюнов, руководитель проекта «УМНАЯ ВОДА»
И. О. Шестов, инженер-проектировщик ВК
Группа компаний «Элита»

Ключевые слова
Тепловые потери, циркуляционный расход, балансировка циркуляционных колец, гидравлические потери в режиме циркуляции.

В новый СП 30.13330.2016 «СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий» введены расчетные формулы:

— в *Приложение В* для определения циркуляционного расхода, определения потерь тепла трубопроводами и определения потерь температуры;

— в *Приложение Г* для определения гидравлических потерь в трубопроводах.

Для чего это было сделано, поясним на примере циркуляции ГВС и докажем, что устоявшееся мнение «*30% на циркуляцию достаточно*» и «*7 м вод. ст. на потери хватит*» уже не работает.

Возьмем для анализа 2 схемы с нижней подачей для нижней зоны односекционного здания (А, Б) и 2 схемы с нижней подачей для верхней зоны (В, Г). Затем укрупним эти 4 схемы до двухсекционного здания, в котором увеличиваем количество квартир, стояков и магистралей в 2 раза (АА, ББ, ВВ, ГГ). Для наглядности приводим схему АА (схемы ББ, ВВ, ГГ выполнены по аналогии). Обозначение на схемах: Т3 — сплошная линия, Т4 — пунктирная. Для каждой из 8 схем моделируем 4 варианта инженерной оснащенности — наличие или отсутствие полотенцесушителей (ПС+, ПС-), наличие или отсутствие изоляции (И+, И-). Итого, имеем 32 схемы.

Расчет производился при следующих условиях:

— Изоляция — вспененный полиэтилен толщиной 20 мм с коэффициентом теплопроводности λ = 0,043 Вт/м*К.

— Полотенцесушитель М-образный, 500*500 мм, DN32.

— Трубопровод полипропиленовый SDR7.4, армированный стекловолокном, эквивалентная шероховатость 0,015 мм.

— Температура воздуха в жилых помещениях 20 °С, в подвале и на чердаке 5 °С.

— Температура воды 60 °С, кинематическая вязкость $0{,}47 \cdot 10^{-6}$ м^2/с, плотность 983,9 кг/м^3.

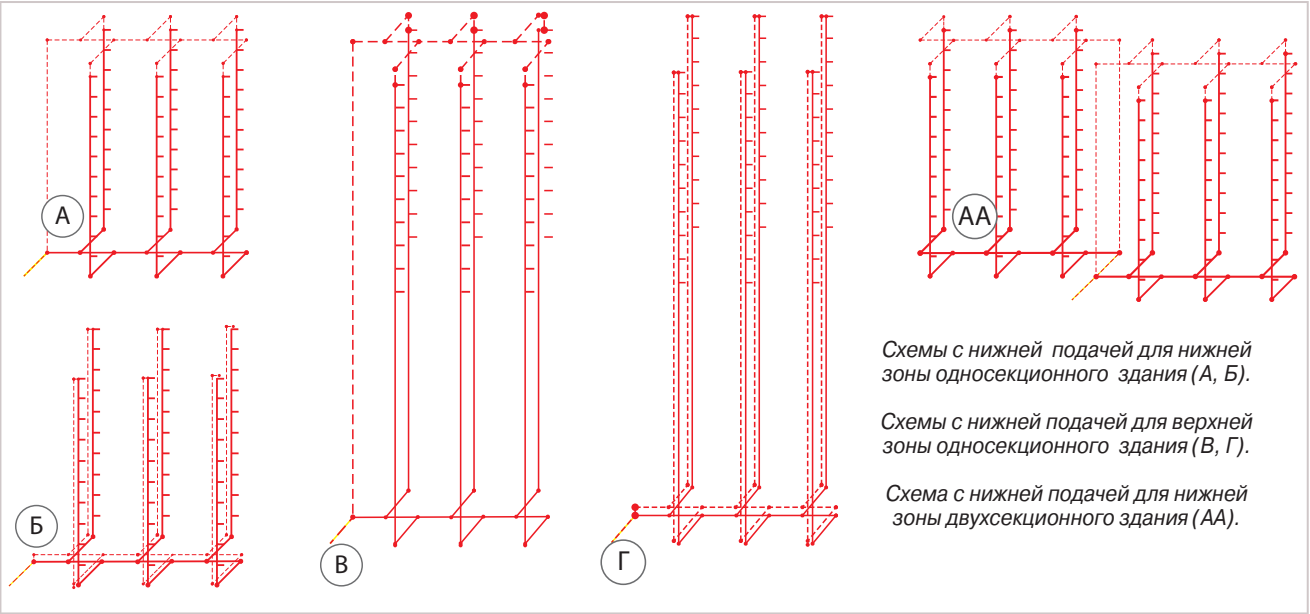
Расход на хозяйственно-питьевое водопотребление

Для схем А-Г принимаем, что число потребителей — 180 человек, и получаем расчетный максимальный секундный расход, равный 1,49 л/с. Для схем АА-ГГ принимаем, что число потребителей — 360 человек, и получаем максимальный секундный расход, равный 2,3 л/с. Таким образом, при увеличении числа жителей в 2 раза расход вырос не в 2, а примерно в 1,5 раза. Если продолжить моделирование дальше, то получим, что при увеличении числа потребителей в 3 раза (540 чел.) расход увеличивается примерно в 2 раза (3,01 л/с). Т. е. **относительный прирост расхода уменьшается**.

Тепловые потери трубопроводов и полотенцесушителей

С тепловыми потерями наблюдается обратная картина. При увеличении числа потребителей длина трубопроводов увеличивается пропорционально, при этом увеличиваются диаметры подающих и обратных магистралей, т. к. они должны пропустить больший расход. Следовательно, **тепловые потери растут опережающими темпами**. В нашем случае увеличение числа потребителей в 2 раза (схемы АА, ББ, ВВ, ГГ) привело к увеличению тепловых потерь в 1,9–2,1 раза относительно схем А, Б, В, Г. Если продолжить моделирование дальше, то при увеличении числа потребителей в 3 раза (540 чел.) тепловые потери увеличиваются в 3–3,1 раза и т. д.

Теперь проанализируем оснащенность систем. Нижний график описывает наиболее благоприятную с точки зрения эко-



Схемы с нижней подачей для нижней зоны односекционного здания (А, Б).

Схемы с нижней подачей для верхней зоны односекционного здания (В, Г).

Схема с нижней подачей для нижней зоны двухсекционного здания (АА).

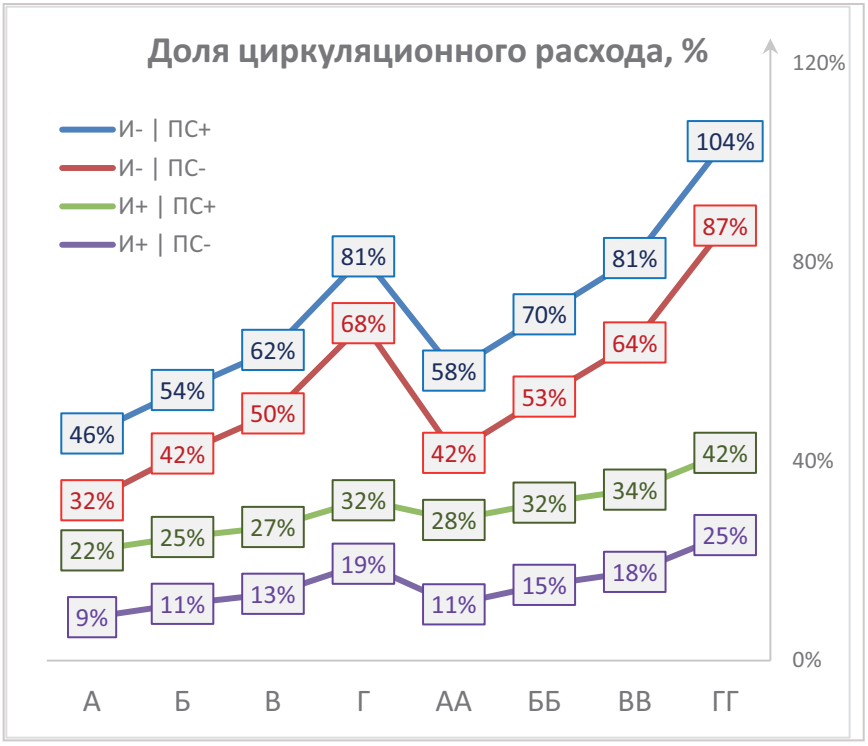
номии тепловых потерь систему — в этой системе есть изоляция и нет полотенцесушителей (И+, ПС-). Верхний график отображает неблагоприятную систему — отсутствует тепловая изоляция и есть полотенцесушители (И-, ПС+). На графиках наглядно видно, что оснащенность систем ГВС значительно влияет на тепловые потери, вплоть до увеличения их в 4–5 раз (!). К тому же надо отметить, что расчет тепловых потерь ведется при идеальных условиях — когда тепловая изоляция качественно смонтирована на всех участках. В реальности же тепловые потери будут больше расчетных, учитывая не всегда идеальный монтаж.

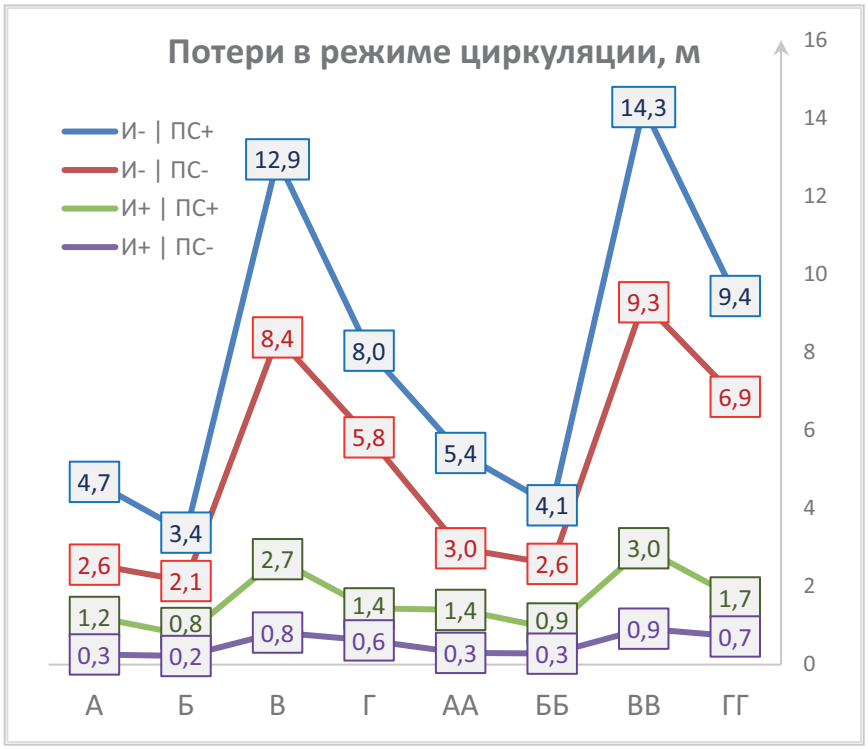
Циркуляционный расход

Итак, мы имеем два противоположно направленных тренда. Что же это дает нам практически? Давайте покажем графически долю циркуляционного расхода относительно расхода на водопотребление для всех 32 схем. Доля циркуляционного расхода находится в широком диапазоне относительно расхода на водопотребление: от 9 до 46% (схема А) и от 25 до 104% (схема ГГ). Т. е. мы не можем однозначно утверждать, что циркуляционный расход равен 30% (как принималось ранее). **Он всегда разный!**

Гидравлические потери

Только после того, как мы определили точное значение циркуляционного расхода, мы можем посчитать гидравлическое сопротивление каждого циркуляционного кольца. Расход является важным показателем, т. к. напрямую влияет на скорость жидкости, а гидравлические потери квадратично зависят от скорости. Для наших схем мы получили следующие данные. Потери напора по диктующим кольцам находятся в диапазоне от 0,2 до 14,3 м вод. ст. Это **довольно широкий разброс, и выразить его средней цифрой просто невозможно**. К тому же для корректной балансировки нам необходимы точные расчеты по каждому циркуляционному кольцу. Если этих данных нет, то настройку системы выполнить будет довольно проблематично. Хочется обратить внимание на то, что потери в диктующем циркуляционном кольце могут принимать минимальные значения — меньше 1 м вод. ст. Если для данной системы мы подберем насос на стандартные 7 м вод. ст., то переплатим за оборудование. И насос будет работать в неоптимальном для себя режиме.





2. Циркуляционный расход должен быть рассчитан на основании тепловых потерь.

3. Тепловые потери зависят от оснащенности инженерных систем, от протяженности и диаметров трубопроводов Т3 и Т4, от параметров среды (воды и воздуха).

4. Гидравлические потери в режиме циркуляции должны быть рассчитаны на основании циркуляционного расхода (для каждого циркуляционного кольца).

Все расчеты были произведены с использованием нашей собственной программы «УМНАЯ ВОДА», которую мы бесплатно предоставляем всем желающим. Она полностью соответствует новому СП.

Наша цель — повышение качества проектирования инженерных систем!

Программа доступна на сайте www.smartwater.su.

Выводы

1. Циркуляционный расход не может определяться как доля от расхода на водопотребление.

Оптимизация модульных решений в системах водоснабжения и канализации

О. А. Штейнмиллер, к. т. н., генеральный директор АО «Промэнерго»
В. В. Петров, руководитель комплектных продаж АО «Промэнерго»
А. С. Семенов, директор инженерного центра модульных решений АО «Промэнерго»

Тенденция применения модульных решений в проектной и строительной деятельности обусловлена сокращением затрат и сроков как на разработку и согласование проектных решений, так и на их реализацию в ходе строительно-монтажных работ. В области систем инженерного обеспечения строительства в последнее время увеличивается использование модульных решений в таких направлениях как вентиляция, отопление, водоснабжение и водоотведение. Данная практика корреспондируется с активно продвигаемым внедрением типовых проектных решений [3].

В области систем водоснабжения и канализации наиболее распространенными примерами модульных решений, безусловно, следует признать применение комплектных канализационных насосных станций (КНС) на наружных сетях и модульных автоматических насосных станциях (МАНС) для повышения давления (напора) в сетях внутреннего водопровода жилых и общественных зданий (рис. 1).

Комплектные КНС, ставшие приоритетным решением водоотведения (канализования) за последние 5–10 лет, выпускаются готовыми к непосредственной установке в систему канализации. В наиболее распространенном варианте комплектные КНС представляют собой резервуар для подземной установки из армированного стеклопластика с точками подключения подводящего (подводящих) и отводящего (отводящих) стоки трубопроводов. Внутри такого резервуара размещено основное оборудование — насосные агрегаты (как правило, погружные), напорная трубопроводная обвязка с запорно-регулирующей арматурой, КИПиА (включая регуляторы уровней), вспомогательное оборудование и устройства (погружные соединители, подъемные цепи, лестница, площадка обслуживания, корзины/решетки для сбора крупного мусора, измельчители, мешалки, направляющие для монтажа-демонтажа оборудования), а также внутренние электросиловые и «сигнальные»/управляющие кабельные сети, выходящие за пределы резервуара и подключаемые к устанавливаемому вблизи резервуара шкафу управления, как правило, входящему в объем поставки.

Строительный монтаж стеклопластикового резервуара в котлован на фундаментную плиту (определенную проектом по отметке, габаритам и конструкции) с подключением подводящего коллектора и отводящих (напорных) трубопроводов занимает у строительной компании 1,5–2 недели. Установка насосов в резервуар КНС по направляющим трубам, установка регуляторов уровня (поплавков), расключение силовых и управляющих кабелей в шкафу управления занимают не более трех дней. При наличии электроснабжения и возможности подачи/отведения сточной воды весь период монтажных и пусконаладочных работ (без учета сроков поставки комплектной КНС) вполне разумно ограничивается тремя неделями.

Рис. 1. Комплектные канализационные насосные станции (КНС) на наружных сетях и модульные автоматические насосные станции (МАНС) для повышения давления (напора) в сетях внутреннего водопровода жилых и общественных зданий

В водоснабжении применение в качестве повысительной насосной установки комплектной МАНС заводского изготовления, оснащенной стандартной системой управления, прошедшей первичные испытания и тестирование на производственных стендах предприятий-изготовителей, стало сложившейся практикой. Компоновка повысительной насосной установки на объекте, непосредственно в месте монтажа, из отдельных насосных агрегатов и шкафа управления может быть обоснована лишь массогабаритными характеристиками оборудования или особыми условиями работ, затрудняющими транспортировку и монтаж готовой МАНС к месту установки.

В общем случае модульное решение в системах водоснабжения и канализации — это конструктивно связанное изделие (или комплект изделий), представляющее собой единый технологический комплекс, в состав которого, как правило, входят: основные конструктивные элементы (при наличии; например, резервуар и/или павильон), основное оборудование (например, насосы), трубопроводная обвязка с запорно-регулирующей арматурой, КИПиА, вспомогательные оборудование и устройства, внутренние электросиловые и сигнальные кабельные сети, система/шкаф управления (электрические подключение и защита оборудования и КИПиА, автоматизация и диспетчеризация работы изделия), имеющее явно и однозначно определенные границы

5-я Международная выставка
оборудования для отопления, водоснабжения,
вентиляции, кондиционирования и бассейнов

aqua THERM

ST. PETERSBURG

17–19 апреля 2018
Санкт-Петербург,
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

aquatherm-spb.com

Организаторы:
Reed Exhibitions®
primexpo ITE

Developed by:
Reed Exhibitions® Messe Wien

Специализированные разделы:
WORLD OF WATER & SPA
Climate Control Equipment

Специальный проект
new energy

12+

(присоединительные «входные» и «выходные» фланцы, вводные электрические клеммы и др.) при интегрировании его в инженерную инфраструктуру объекта, а также обеспечивающее определенные функциональные результаты, в соответствии с параметрами, требованиями, техническими условиями, установленными технической документацией (проектной и рабочей документацией, паспортом изделия или паспортами входящих в комплект изделий).

Накопившийся опыт применения модульных решений при строительстве и монтаже систем водоснабжения и канализации, в том числе по результатам их эксплуатации, приводит к дальнейшему совершенствованию и развитию таких решений как в конструктивной части, так и в технологической/функциональной части. Одной из основных движущих причин интереса к применению модульных решений на наружных сетях водоснабжения и канализации является сокращение сроков проектирования, а также объема вновь разрабатываемой проектной документации, в том числе в связи с отсутствием в ряде случаев части требований, предъявляемых экспертизой к объектам капитального строительства (сооружениям). При этом предполагается, что модульные решения заводской готовности отвечают всем обязательным требованиям, предъявляемым к соответствующим сооружениям, таким как степень огнестойкости, расчетная прочность конструкции (с учетом ветровых, снеговых, сейсмических и температурных нагрузок), герметичность и т.п.

Некоторые из таких новых решений вызывают большие споры об их экономической целесообразности и/или допустимости с точки зрения безопасности строительства и надежности эксплуатации. Такие споры в первую очередь связаны с отсутствием развернутой нормативной базы, регламентирующей применение различных модульных решений при строительстве и монтаже систем водоснабжения и канализации, в том числе с неопределенностью состава и обоснованности технических требований к таким решениям (к их конструктивной части, размещению основного и вспомогательного оборудования, точкам подключения к внешним сетям, уровню систем защиты, управления и автоматизации). Вызывают вопросы допустимые условия их применения, порядок проведения шефмонтажных (сборочных) и наладочных работ, а также критерии необходимости проведения и объема испытаний по завершении монтажных работ на объекте, состав и формы исполнительной документации по работам, в ходе которых применялись модульные решения. Оставляет желать лучшего и детерминированность требований к составу и содержанию сопроводительной технической документации (паспортов изделий), а также фактическое соответствие поставляемых изделий техническим условиям, примененным при сертификации такой продукции.

Сокращение затрат в ходе строительства в случаях применения модульных решений обусловлено в первую очередь уменьшением сроков монтажных работ подрядчика на объекте, уменьшением объема испытаний, снижением риска затрат, связанных с ошибками при монтаже, нередко приводящих к выходу из строя монтируемого дорогостоящего оборудования. Однако зачастую подрядные организации прикладывают усилия к так называемой оптимизации затрат, что на деле означает существенное изменение в сторону снижения или исключения ряда технических требований к поставляемым модульным решениям, во изменение решений, предусмотренных проектной и рабочей документацией. В таких случаях формальное применение условно «аналогичного» модульного решения лишь прикрывает отклонение от проектных требований и зачастую приводит к существенному сокращению надежности и снижению предусмотренной проектом функциональности изделия. В связи с этим особое значение в случаях применения в проектах модульных решений следует уделять отражению в составе проектной документации всего объема существенных технических требований к предусматриваемому изделию.

Реальная оптимизация модульных решений в системах водоснабжения и канализации, с учетом всего комплекса факторов, влияющих на стоимость проектирования, строительства и последующей работы, а также на надежность и безопасность эксплуатации, достигается за счет выработки и внедрения в практику различных усовершенствований применяемых изделий. В общем случае можно говорить о следующих взаимосвязанных направлениях развития применяемых модульных решений:

— увеличение технологических функций в составе модульного решения;

— изменение конструктивной части модульного решения;

— улучшение основных эксплуатационных показателей модульного решения.

Ниже будет представлен ряд примеров из опыта работы авторов, в которых будут отражены некоторые текущие тенденции развития модульных решений в системах водоснабжения и канализации, соответствующие указанным направлениям.

Опыт эксплуатации комплектных КНС привнес в практику необходимость дооснащения такого модульного решения в некоторых случаях дополнительным функционалом, таким, как:

— применение на входе в КНС измельчителей или решеток-дробилок (для предотвращения засорения и/или блокировки насосов поступающим в составе стока мусором, приводящим к остановке работы КНС и необходимости постоянного обслуживания, а в некоторых случаях — к выходу из строя насосных агрегатов);

— применение мешалки в нижней части корпуса КНС, работающей с определенной периодичностью во взаимосвязи с режимом пуска/останова насосов (для предотвращения заиливания с последующим ухудшением условий работы насосного оборудования и существенным сокращением сроков его службы).

В некоторых случаях из-за ограничений по габаритам резервуара КНС, обусловленных условиями транспортировки к месту монтажа и/или проектными решениями для условий объекта, это приводит к необходимости применения дополнительного резервуара в составе модульного решения (для размещения всего комплекта оборудования), т. е. к изменению конструктивной части модульного решения.

Имеются примеры «выноса» в отдельный резервуар (предшествующий по размещению на подводящем коллекторе основному резервуару с насосами) оборудования для измельчения мусора или размещения сороулавливающей корзины (с возможностью извлечение на поверхность); при этом такой резервуар фактически принимает на себя функцию дополнительного резервуара-отстойника, увеличивающего регулирующий объем для определения частоты включения/выключения насосов.

Для решения проблем с размещением насосного и сопутствующего оборудования в допустимых габаритах основного резервуара КНС в практике встречается «вынос» в отдельный резервуар (меньшей глубины заложения) запорно-регулирующей арматуры на напорных трубопроводах после насосов, что может быть признано весьма целесообразным решением с экономической и эксплуатационной точки зрения. Бывает также необходимо включение в состав комплектной КНС отдельного резервуара-отстойника, предшествующего по размещению на подводящем коллекторе основному резервуару с насосами, по причине недостаточности регулирующего объема в допустимых габаритах

СИТИПАЙП
CITYPIPE

25—27 сентября 2018

КРОКУС ЭКСПО, МОСКВА

13-я международная выставка

«Трубопроводные системы коммунальной инфраструктуры: строительство, диагностика, ремонт и эксплуатация»

СитиПайп-2018

www.citypipe.ru

Reed Exhibitions

Рис. 2. Монтаж комплектных КНС (разработка, производство и поставка изделий в составе комплектов, шеф-монтаж и наладка – АО «Промэнерго») при строительстве систем инженерного обеспечения объектов жилищной застройки квартала в районе Янино-1 (Ленинградская обл., Всеволожский район)

основного резервуара. При использовании такого решения проектом следует определить вопросы обслуживания этого резервуара, необходимость оснащения резервуара-отстойника решеткой и/или техническими средствами для очистки резервуара от накопившегося мусора (подъемные решетка или корзина, насос мобильной установки с режущим механизмом и т. п.).

Таким образом, зачастую увеличение технологических функций в составе модульного решения комплектной КНС приводит к изменению его конструктивной части.

За последнее время увеличилось количество запросов от проектных и строительных компаний на размещение шкафов управления и автоматизации в отдельном резервуаре, размещаемом на объекте в подземном положении, в непосредственной близости от основного резервуара КНС (с насосами). Такое решение, как правило, обусловлено требованиями проекта, обеспечивающими согласование экспертизой сокращения санитарных зон КНС, а также улучшение визуально-архитектурной составляющей.

На рис. 2 представлены фотографии, сделанные в ходе монтажа комплектных КНС (разработка, производство и поставка изделий в составе комплектов, шефмонтаж и наладка — АО «Промэнерго») при строительстве систем инженерного обеспечения объектов жилищной застройки квартала в районе Янино-1 (Ленинградская область, Всеволожский район). Каждая комплектная КНС ливневых стоков включает в себя три резервуара: резервуар-отстойник с решеткой, основной резервуар с тремя насосами и сороулавливающей корзиной, резервуар для размещения шкафа управления и автоматизации. Аналогичное решение применено для комплектных КНС хозяйственно-бытовых стоков, в основных резервуарах которых предусмотрено по два насоса.

Приведенный пример комплектных КНС также подтверждает практику улучшения основных эксплуатационных показателей модульного решения. Кроме требования о размещении шкафа управления и автоматизации работы КНС в отдельном подземном резервуаре были определены расширенные требования к функционалу предусмотренного шкафа. На рис. 3 представлены фотографии одного из шкафов управления и автоматизации ЩУ 108 (производство — АО «Промэнерго») и перечень части требований, обеспечиваемых в соответствии с проектной документацией и техническим заданием.

Применение резервуаров для подземной установки шкафов управления и автоматизации КНС требует внимательного отношения к деталям ряда связанных с этим технических решений. Особо следует отметить вопросы размещения и крепления шкафа в резервуаре, конструкции люка резервуара, вентиляции резервуара и связанного с этим обеспечения климата в пределах шкафа, наличие дренажного насоса и возможность его использования в резервуаре, герметичное обустройство кабельных вводов в резервуар, предназначенный для размещения шкафа. При поиске оптимального технического решения по каждому из перечисленных вопросов важна детальная проработка, с учетом различных возможных эксплуатационных ситуаций. Так, например, уже имеются случаи затопления резервуаров с размещенными в них шкафами управления. Представляется, что особо следует опасаться возможного бесконтрольного поступления жидкости в резервуар со шкафом управления из соседнего основного резервуара КНС (с насосами) в случае его временного аварийного затопления из-за различных причин (например, блокировки насосов поступившим мусором). В случае применения простых решений в части шкафа управления (например, без устройства удаленного аварийного оповещения с использованием системы диспетчеризации) информация о такой аварии может прийти настолько поздно, что сточные воды успеют затопить резервуар со шкафом управления при медленном протекании стоков по пространству внутри кабель-канала (зачастую реализуемого в виде гофро-кондуктора), в котором проложены кабели

между резервуаром для размещения шкафа и основным резервуаром КНС. Фотография с примером «затопленного» в резервуаре шкафа управления представлена на рис. 4.

Следует также отметить увеличение примеров использования частотного регулирования для управления работой насосов в комплектных КНС, как правило, ливневых стоков. Это обусловлено необходимостью вывода насосов в допустимые рабочие зоны по характеристике, что обычно является проблемой, если для КНС предусматривается возможность различных режимов работы на напорную сеть, т. е. с изменяемым количеством рабочих насосов. В этом случае зачастую насосное оборудование подбирается из расчета на максимальное количество одновременно работающих насосов (например, на ряде 2-резервуарных КНС ливневых стоков в аэропорту Пулково каждая из КНС включала шесть насосных агрегатов, четыре рабочих и два резервных, которые были распределены по три насоса в каждый резервуар; при этом системой управления предусматривалась возможность одновременной работы на сеть от одного до четырех насосов), а в случае работы на напорную сеть лишь одного насоса по причине низкого динамического сопротивления сети будет происходить так называемый «свал» рабочей точки насоса вправо от допустимой зоны его работы (кавитация и выход из строя). Соответственно, для таких задач применение частотного регулирования в ходе выбора оптимального решения обеспечивает улучшение основных эксплуатационных показателей такой КНС.

Рис. 3. В щитах управления предусмотрено ручное и автоматическое управление работой насосов, АВР, возможность запуска от ДГ, плавный пуск насосов, организация коммерческого узла учета электроэнергии. Щит управления оборудован модулем для передачи в ЦДП сигнала «авария». Режим работы оборудования на КНС фиксируется на жестком диске с объемом памяти не менее чем на 240 часов и источником резервного питания не менее чем на пять часов работы записывающего устройства

При рассмотрении вопросов оптимизации модульных решений в водоснабжении в первую очередь следует отметить применение в качестве повысительной насосной установки МАНС заводского изготовления, что стало общей практикой для внутренней инженерной инфраструктуры зданий.

Помимо этого, в последнее время значительно возросло применение так называемых блочно-модульных решений для насосных станций повышения давления на наружных сетях водоснабжения. Такое решение представляет собой выполненную в готовом корпусе насосную станцию, предназначен-

Рис. 4. Пример «затопленного» в резервуаре шкафа управления

Рис. 5. 2-секционная повысительная водопроводная насосная станция (разработка, производство, поставка, шеф-монтаж и наладка – АО «Промэнерго»), реализованная в соответствии с проектом при строительстве систем инженерного обеспечения объектов жилищной застройки квартала в районе Янино-1 (Ленинградская обл., Всеволожский район)

ную для наружной установки. Наиболее распространенными являются блочно-модульные насосные станции надземного размещения, в этом случае они, как правило, имеют жесткую каркасную основу, обшиваемую сэндвич-панелями. Указанное конструктивное исполнение позволяет реализовывать модульное решение, состоящее из нескольких секций. Таким образом, общий размер поставляемой насосной станции не имеет ограничений. При этом размер секции ограничен требованиями транспортировки (наиболее распространенные варианты: длина — до 12 метров, ширина — до 2,5 метра, высота — до 2,5 метра).

На рис. 5 представлены фотографии 2-секционной повысительной водопроводной насосной станции (далее — ПВНС, разработка, производство, поставка, шефмонтаж и наладка — АО «Промэнерго»), реализованной в соответствии с проектом при строительстве систем инженерного обеспечения объектов жилищной застройки квартала в районе Янино-1 (Ленинградская область, Всеволожский район). Общие габариты указанной станции составили 6000×4800×2600. Внутри станции размещена 6-насосная установка с одним насосом-жокеем МАНС 6 CR 150-3-2 + 1 CR 32-2, вводной электросиловой шкаф, шкаф собственных нужд и шкаф управления МАНС.

При разработке модульного решения ПВНС и размещении оборудования внутри станции необходимо учитывать множество факторов. Особо следует отметить такие моменты, как:

— оптимизация габаритов с учетом транспортных ограничений при сохранении минимально необходимых зон обслуживания оборудования;

— определение необходимости оснащения корпуса станции (кроме стандартных по габаритам дверей) воротами с ручной или электрической талью и/или люками в верхнем перекрытии (крыше) для проведения ремонтных мероприятий в ходе эксплуатации;

— размещение «связанного» оборудования (например, насосы одной группы или основные шкафы управления и автоматизации) по возможности предусматривается в пределах одной секции;

— размещение групп насосного оборудования должно учитывать возможность предусмотреть их демонтаж через люк (люки), предусматриваемые в крыше насосной станции;

— размещение и конструктивное решение вводного электрического шкафа должно обеспечивать возможность подключения вводного электросилового кабеля (с учетом изгиба при определенном проектом сечении, а также расположения точек ввода этого кабеля в станцию);

— трассировка трубопроводов (включая опоры и другие способы закрепления) и кабельных сетей;

— технические решения по обеспечению соединений внутренних коммуникаций (трубопроводов, электросиловых и сигнальных кабелей) при «стыковке» секций в ходе сборки на объекте;

— конструктивные решения каркаса, пола и крыши станции с учетом всего комплекса требований (жесткость, проч-

ность, снижение теплопотерь, аварийное водоотведение и др.);

— определение мероприятий, конструкции и материалов, обеспечивающих требуемую степень огнестойкости (что особенно существенно при размещении группы насосного оборудования, предназначенного для противопожарного водоснабжения);

— места и конструктивные решения по точкам подключения блочно-модульной станции к наружным коммуникациям (входному и выходному трубопроводу, электросиловым и сигнальным сетям);

— весь комплекс требований к фундаментной плите-основанию, включая габариты, конструкцию (расчет прочности с подбором характеристик армирующей сетки), организацию мест подведения и подключения наружных коммуникаций.

Разрабатываемая и поставляемая блочно-модульная повысительная насосная станция по сути определяется как комплект изделий. В ее состав могут входить: павильон насосной станции (включая внутренние системы обеспечения — освещение, обогрев, вентиляция и др.), МАНС хозяйственного-питьевого и/или МАНС противопожарного водоснабжения), шкафы (щиты) управления и автоматизации. Комплект изделий, поставляемых как модульное решение, должен определяться в соответствии с указаниями проектной документации. Особое внимание следует обращать на необходимый состав документации, поставляемый вместе с таким изделием (или комплектом изделий).

Одним из важных направлений оптимизации модульных решений в водоснабжении в целом и в оснащении таких решений для задач повышения давления является детальная проработка вопросов, связанных с энергоэффективностью и надежностью работы в первую очередь оборудования. Существенным является то, что стоимость затрат на электроэнергию за срок службы такой повысительной насосной системы, как правило, многократно превышает ее первоначальную стоимость. Другим фактором, определяющим затраты и надежность, является оптимальный и корректный подбор насосных агрегатов для реальных режимов эксплуатации (для обеспечения долговечной работы при низких ремонтных затратах).

При использовании МАНС хозяйственно-питьевого водоснабжения предусматривается автоматическое подключение/отключение рабочих насосов (по схеме параллельной работы) в соответствии с текущими условиями водопотребления (расхода воды). В системах водоснабжения, относящихся к пространственным системам водоснабжения, считается правилом управление работой по критерию поддержания постоянного давления на выходе МАНС. В целях обеспечения необходимого уровня энергоэффективности и плавности регулирования подачи при постоянном напоре (исходя из критерия поддержания постоянного давления при управлении работой), с учетом характера эксплуатации МАНС в системах водоснабжения обязательно применение частотного регулирования привода насосов в составе МАНС.

В ходе проектирования, для обеспечения максимального КПД работы насосной установки в целом, обеспечивается такой оптимальный подбор насосов, применяемых в составе МАНС, чтобы на большей части рабочей зоны, и в первую очередь в точке пересечения характеристики насоса (при номинальной частоте вращения рабочих колес) и линии контролируемого постоянного давления (напора), обеспечивался максимальный КПД насосов, что, в свою очередь, обеспечит высокую энергоэффективность такого решения.

В последнее время особо актуальной стала задача оснащения каждого из насосов частотно-регулируемым приводом. Причем на данной стадии развития повысительной тематики вопрос еще не идет об изменении выходного давления МАНС в соответствии с изменяемой подачей (так сказать, по обеспечению необходимого давления в каждой точке потребления). Поэтому в большинстве случаев альтернатива критерию постоянного давления на выходе МАНС на данный момент еще не реализуема за разумные денежные средства.

Потребность в ЧРП на каждом насосе обуславливается, как правило, изменением параметров напора в рабочих точках насосов, работающих в составе МАНС, по сравнению с проектным. Это может быть следствием ошибок в расчетах при проектировании или при монтаже, а также отклонениями от технических условий по параметру входного давления (подпора — на входе в МАНС). Например, изменчивость подпора, при постоянном критерии давления на выходе МАНС, приводит к эксплуатации насосов (в составе МАНС) с переменными напорами. В этом случае при существенном снижении параметра напора в рабочих точках насосов возникают режимы с выходом работающих на номинальной частоте насосов в недопустимы зоны характеристики (вправо). Поэтому при вероятности изменчивости напоров на подводящем трубопроводе рекомендуется предусматривать применение ЧРП на каждом из насосов, соответствующим обеспечением системой управления и автоматизации МАНС алгоритмов контроля и учета рабочей зоны.

Кроме того, передовые решения при разработке программного обеспечения контроллера в составе МАНС позволяют в каждый момент времени оптимизировать работу такой установки, выбирая наилучшее сочетание количества работающих насосов и их частоты вращения с точки зрения минимизации затрат электроэнергии. Такое решение, разработанное и внедренное в программное обеспечение ряда моделей МАНС, выпускаемых АО «Промэнерго», основано на известных в насосной теории законах подобия. Применение этого алгоритмического решения позволяет существенно сократить энергозатраты и увеличить сроки службы насосного оборудования за счет постоянного автоматического «поиска» системой управления МАНС оптимальных по нагрузке, соответствующих текущей потребности, режимов работы насосных агрегатов.

Реальное совмещение энергоэффективности и модульного построения инженерных систем в ходе проектирования и строительства может быть обеспечено за счет разработки и внедрения в практику типовых проектных решений. Дальнейший анализ тенденций и потребностей в области систем водоснабжения и водоотведения (основанный на рассмотрении применяемого инженерного оборудования, в том числе насосных станций, систем управления, автоматизации и диспетчеризации) позволит существенно сократить стоимость жизненного цикла таких систем. Разработка и внедрение в практику оптимальных типовых проектных решений — это реальный путь, обеспечивающий совмещение вопросов энергоэффективности и модульного построения инженерных систем в ходе проектирования и строительства.

Литература

1. Федеральный закон РФ от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (ред. от 03.07.2016).

2. Штейнмиллер О. А. Оптимизация насосных станций систем водоснабжения на уровне районных, квартальных и внутридомовых сетей: автореф. дис. канд. техн. наук. — СПб: ГАСУ, 2010.

3. Штейнмиллер О. А. Типовые проектные решения энергоэффективных систем водоснабжения и водоотведения жилых и общественных зданий // Инженерные системы АВОК Северо-Запад. — 2015. — № 4 (54).

Газоводонепроницаемые мембраны для герметичного ввода труб в здание

С. М. Якушин, технический представитель HL Hutterer & Lechner GmbH в России

Конец года — это время подведения итогов уходящего года и начало планирования работ на следующий год. С чего же начинаются строительные работы по возведению нового дома? Как театр начинается с вешалки, любой дом начинается с закладки фундамента, а когда фундамент уже готов, необходимо позаботиться о его сохранности и долговечности и, собственно, о его способности выполнять свою основную функцию. Для этого необходимо защитить фундамент от воздействия разрушающих факторов — талой и грунтовой воды, то есть обеспечить его гидроизоляцию.

Зная стремление наших сограждан к экономии и рачительному использованию ресурсов, не поленимся объяснить, в чем смысл этого действия. Действительно, может быть, гидроизоляция фундамента — своего рода роскошь и без нее в принципе можно обойтись, а призывы к обязательной гидроизоляции фундамента — это не более чем маркетинговый ход профильных компаний? Забегая вперед, скажем, что случаи, когда гидроизоляция не обязательна, действительно бывают. Дело в том, что бетон, который является сегодня основным материалом для закладки фундамента, не является гидроизолятором и способен пропускать внутрь помещения влагу и конденсат. Внутри бетона, независимо от того, блочное это изделие или монолит, находится арматура, которая имеет свойство корродировать, в результате чего в массиве бетона возникают трещины. Конструкция теряет прочность и со временем разрушается. Кроме того, проникновение влаги в помещение создает идеальную среду для развития грибка и плесени, отслаивания обоев, подгнивания древесины. Весь этот букет проблем вряд ли кому-то нужен. Поэтому пренебречь гидроизоляцией фундамента можно лишь в том случае, если здание возводится на сухом песчаном грунте или строится бесфундаментное здание.

В большинстве случаев герметизацию подземной части фундамента выполняют битумными обмазочными мастиками, в ответственных местах используют рулонные битумные материалы. В последнее время для этой цели также применяются рулонные материалы на основе ПВХ. Критическими точками гидроизоляции с точки зрения возникновения протечек являются места подземного ввода трубопроводов и кабелей. Для герметизации мест ввода австрийская компания HL Hutterer & Lechner GmbH предлагает специальные мембраны серий HL800 и HL800P, которые работают при угловом отклонении трубопровода до 10% (или 6°) и являются не только водонепроницаемыми при внешнем давлении до 6 м водяного столба (0,6 бара), но и газонепроницаемыми!

Для чего требуется газонепроницаемость в местах ввода трубопроводов и кабелей в здание? Дело в том, что в некоторых районах в почвах присутствует радон — радиоактивный газ, который может поступать в подвал здания через трещины или неплотности в местах подземного ввода труб и кабелей и распространяться по всему дому, вызывая болезни людей и домашних животных. Такие же требования предъявляются к подземным вводам трубопроводов и кабелей в здание в газифицированных районах.

Газоводонепроницаемые мембраны серии HL 800 (HL800P) соответствуют требованиям российских нормативных документов, а именно п. 5.4.7 СП 30.13330.2012: «…заделка отверстия в стене водонепроницаемыми и газонепроницаемыми (в газифицированных районах) эластичными материалами» (ранее требования к пересечениям трубопроводов со стенами подвала регламентировались п. 9.7 СНиП 2.04.01-85*, имеющим такую

HL800.2 сдвоенная газоводонепроницаемая мембрана

HL800/160 газоводонепроницаемая мембрана DN160

же формулировку). Герметичность в месте соприкосновения с трубой или кабелем осуществляется многоязычковой уплотнительной прокладкой из мягкой резины. Зажимная гайка из жесткого полипропилена имеет коническую резьбу, после монтажа жесткая гайка защищает уплотнительную прокладку из мягкой резины от грунтовой нагрузки, поэтому мембрана после монтажа не требует обсыпки песком (можно засыпать обратно вынутым грунтом). Мембраны легко устанавливаются на неровные поверхности (закругления фундамента), в углах зданий и т. п.

Существуют газоводонепроницаемые мембраны для труб номинальным диаметром DN 40-50, DN 63-75, DN 110, DN 125 и DN 160 мм. Эти мембраны предназначены для применения как с пластмассовыми трубами (ПП, ПЭ и ПВХ), так и с трубами из чугуна и стали. При этом наружная стенка трубы обязательно должна быть гладкой, гофрированная наружная поверхность трубы не позволяет достичь герметичности.

Для каждой мембраны есть два варианта — с гидроизоляционным фартуком из полимербитумного материала (серия HL800) и из материала на основе ПВХ (серия HL800P). Монтаж газоводонепроницаемой мембраны с фартуком из полимербитумного полотна осуществляется с помощью горелки с открытым пламенем, полимербитумный фартук должен располагаться между двумя слоями гидроизоляции. Монтаж мембраны с фартуком из ПВХ осуществляется с помощью строительного фена, по стандартной технологии монтажа ПВХ рулонных материалов.

Для труб с наружным диаметром DN40-50 и DN63-75 существуют как одинарные, так и сдвоенные мембраны. Сдвоенный вариант может применяться для трубопроводов, в которых жидкость циркулирует по замкнутому контуру, например, для тепловых насосов. Для таких систем прямая и обратная труба контура имеют одинаковый диаметр и чаще всего проходят через стену фундамента рядом друг с другом. В этом случае рекомендуется установить одну сдвоенную газоводонепроницаемую мембрану, а не две отдельные мембраны.

Газоводонепроницаемые мембраны могут быть смонтированы после завершения монтажа фундамента, на вновь пробуренных или просверленных отверстиях. Следует отметить, что место для установки мембраны нужно выбирать максимально точно. После окончания монтажных работ переставить ее в другое место нельзя!

Для герметичного ввода в здание труб и/или кабелей на базе серии HL800(P) фирма HL разработала продукт HL801 — монтажный элемент к HL800/160 для герметичного ввода от 1 до 4 труб и/или кабелей диаметром от 8 до 52 мм. При установке вначале монтируется газоводонепроницаемая мембрана HL800/160, в самом монтажном элементе подготавливаются от 1 до 4 отверстий нужного диаметра, в них устанавливаются и фиксируются кабельные вводы, размер которых соответствует наружному диаметру вводимой трубы/кабеля. С помощью фиксирующей гайки подготовленный элемент HL801 (с кабельными вводами) крепится в HL800, трубы/кабели пропускаются через соответствующие кабельные вводы и зажимаются в них.

Если отверстие в монтажном элементе HL801 было проделано ошибочно, его можно герметично закрыть с помощью соответствующей заглушки серии HL801B.

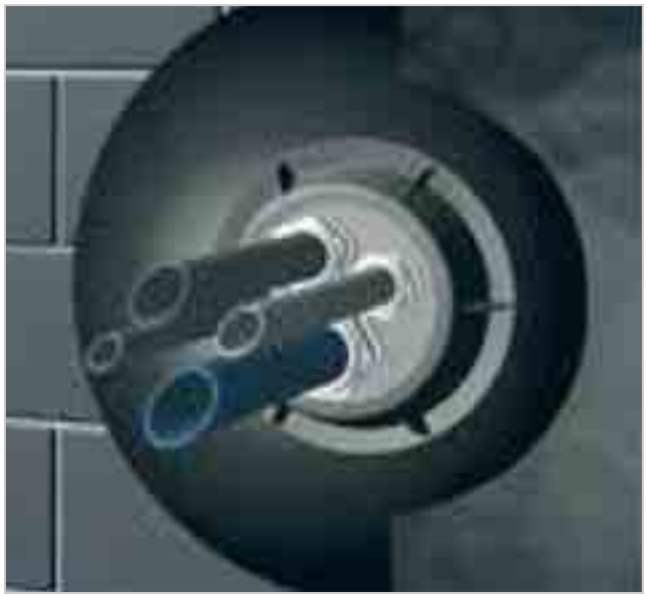
На сайте www.hlrus.com размещена таблица быстрого подбора кабельных вводов и переходников в зависимости от диаметра трубы/кабеля и размера отверстия в монтажном элементе HL801.

Кроме того, такие мембраны можно использовать для герметизации вытяжных частей канализационных стояков на плоских кровлях, имеющих битумную или ПВХ гидроизоляцию. Для защиты зажимной гайки и уплотнительной прокладки от повреждения льдом (при замерзании дождевой воды) необходимо совместно с мембраной использовать соответствующий защитный конус: для диаметров 100–110 мм — HL810.1, для диаметра 75 мм — HL807.1, для диаметра 50 мм — HL805.1.

Таким образом, как и всегда, австрийская компания HL Hutterer & Lechner GmbH учитывает пожелания своих клиентов и предлагает свои новинки для удовлетворения их потребностей. Если у вас есть какие-либо пожелания или предложения по продукции компании, обращайтесь к вашим дилерам или техническим представителям компании, мы обязательно учтем ваше мнение.

ООО «ГК ИНТЕРМА»
141351, Московская обл., Сергиево-Посадский р-н, д. Жучки, д. 2-Ж, комн. 3
+7 (495) 780-70-00
www.hlrus.com
www.interma.ru

HL800/810.1 эластичная газоводонепроницаемая мембрана для прохода через кровлю



Газоводонепроницаемая мембрана HL800/160 с монтажным элементом HL801 и кабельными вводами HL801V

Чугунные трубы с полимерным покрытием, снижающие затраты на строительство и эксплуатацию трубопроводов

О. А. Продоус, генеральный директор ООО «ИНКО-инжиниринг»
А. А. Мурлин, председатель совета директоров ООО «ИНКОНСТРОЙ»
В. В. Иващенко, заместитель генерального директора ООО «ИНКОНСТРОЙ»

Энергоэффективными могут называться трубы, обладающие рациональной (обоснованной) стоимостью за единицу длины при минимальной стоимости их монтажа и имеющие минимальные потери напора по длине, влияющие на энергозатраты при эксплуатации трубопровода.

Промышленный выпуск труб для систем водоснабжения и канализации начался около 600 лет тому назад. Однако до последнего времени выбор материала труб являлся проблемой, поскольку существует большой перечень материалов, из которых выпускается трубная продукция. Это: сталь, чугун, в том числе из ВЧШГ с полимерными покрытиями, асбестоцемент, железобетон, стеклопластик, полиэтилен, в том числе из его композитов. Поэтому авторами были предложены два критерия выбора материала труб для прокладки инженерных сетей — строительный и эксплуатационный, или гидравлический [1].

Энергоэффективными могут называться трубы, обладающие рациональной (обоснованной) стоимостью за единицу длины при минимальной стоимости их монтажа и имеющие минимальные потери напора на трение по длине, влияющие на энергозатраты при эксплуатации трубопровода.

Строительный критерий выбора материала труб — это величина финансовых затрат на раскопку траншеи, крепление откосов, подготовку основания под трубы, их укладку, засыпку песком, трамбовку и т. д.

Гарантийный срок службы труб из ВЧШГ с полиуретановым внутренним покрытием — 120 лет, поэтому второй критерий — эксплуатационный (гидравлический) — характеризует его гидравлический потенциал — неизменяющуюся во времени пропускную способность при минимальных потерях напора на трение по длине трубопровода [2, 4].

Разработанные авторами критерии выбора материала труб объективно характеризуют две стороны процесса — стоимость строительства трубопровода и стоимость затрат на его эксплуатацию с гидравлической точки зрения. Чем хуже гидравлические показатели труб, тем дороже стоит его эксплуатация. При выборе материала труб необходимо проводить обобщенную оценку двух названных критериев, после чего делать объективный, обоснованный выбор вида материала труб.

Покажем это на конкретном примере.

Условие задачи: обосновать выбор труб из полимерного материала, обладающего минимальными потерями напора на трение по длине при минимальной стоимости затрат на строительство трубопровода диаметром 500 мм, PN10, транспортирующего расход q = 160 л/с на расстояние 1 км. Для сравнения принять трубы из полиэтилена, SDR 17, стеклопластика и труб из ВЧШГ с полиуретановым внутренним покрытием.

Решение задачи включает три этапа:

1-й этап — сравнение геометрических параметров труб;

2-й этап — сравнение затрат на проведение строительно-монтажных работ (СМР);

3-й этап — сравнение гидравлического потенциала труб.

В табл. 1 приведены геометрические параметры сравниваемых труб заданного диаметра.

Внутренний диаметр труб из ВЧШГ с полиуретановым покрытием на 14,6% больше внутреннего диаметра напорных полиэтиленовых труб (516,8 > > 440,6 мм на 14,6%) и на 3,1% больше, чем у труб из стеклопластика (516,8 > > 500,0 мм на 3,1%), поэтому пропускная способность этих труб также будет больше. Сравнение геометрических параметров сравниваемых труб отдает предпочтение трубам из ВЧШГ с полиуретановым покрытием.

Олег Александрович Продоус

В табл. 2 приведены стоимостные показатели сравниваемых труб при монтаже трубопровода (СМР), а также стоимости 1 п. м труб из этих материалов.

Трубы из ВЧШГ с полиуретановым покрытием внутренней и наружной поверхности не требуют при монтаже подготовки песчаного основания под трубы, а сразу засыпаются выбранным из траншеи грунтом. Поэтому стоимость СМР для труб диаметром 500 мм, указанная в табл. 2, учитывает только стоимость утилизации оставшегося объема грунта, занятого телом трубы диаметром 500 мм.

Несмотря на более высокую стоимость 1 п. м труб из ВЧШГ, стоимость проведения для них строительно-монтажных работ на 65,5% меньше, чем для труб из полиэтилена (7326,0 > > 2524,0 руб/1 п. м на 65,5%) и на 46,9% меньше, чем для труб из стеклопластика (4752,0 > 2524,0 руб/1 п. м на 46,9%). На рис. 1 показаны фото СМР.

Из сравнения стоимости проведения строительно-монтажных работ предпочтение также имеют трубы из ВЧШГ с внутренним полиуретановым покрытием.

Данные для сравнения гидравлического потенциала труб для идентичных условий эксплуатации сведены в табл. 3.

Гидравлический потенциал сравниваемых труб зависит от значений ве-

Александр Анатольевич Мурлин

Валерий Витальевич Иващенко

личины высотного параметра шероховатости внутренних стенок труб Ra, мкм [3], поскольку сравниваемые трубы работают в переходной области гидравлических сопротивлений. Для этой области сопротивлений шероховатость рабочей внутренней поверхности труб оказывает доминирующее влияние на формирование потерь напора на трение по длине трубопровода [4].

Анализ гидравлического потенциала сравниваемых в табл. 3 труб показывает, что пропускная способность труб из ВЧШГ больше:

— на 11,1% (180 > 160 л/с на 11,1%), чем у труб из напорного полиэтилена;

— на 5,6% (180 > 170 л/с на 5,6%), чем у труб из стеклопластика.

Удельные потери напора 1000 *i* в трубах из ВЧШГ с полиуретановым покрытием на 59,8% (0,76 < 1,89 мм/м на 59,8%) меньше, чем в трубах из напорного полиэтилена, и на 63,8% (0,76 < 2,10 мм/м на 63,8%) меньше, чем в трубах из стеклопластика. Следовательно, потребляемая мощность насосов, перекачивающих фактический расход q = 180 л/с на расстояние 1 км, будет меньше, чем в трубах из напорного полиэтилена [1, 5, 6].

При фактическом расходе q = = 180 л/с = 0,18 м^3/с средняя скорость в трубе из ВЧШГ с внутренним диаметром $d_{вн.}$ = 0,5168 м составит (см. табл. 3):

$$V_{ср}^{пу} = \frac{4q}{\pi d_{вн.}^2} = \frac{4 \cdot 0{,}18}{3{,}14 \cdot 0{,}5168^2} = \frac{0{,}72}{0{,}835} = 0{,}86 \text{ м/с}.$$

По известной методике [6, 7] определим разность в кВт/ч потребляемой мощности насосов для сравниваемых труб из напорного полиэтилена с диаметром $d_{вн.}^{пэ}$ = 0,4406 м и ВЧШГ труб с $d_{вн.}^{пу}$ = 0,5158 м:

$$\Delta N_{дв.} = 10^6 (i^{пэ} - i^{пу}) \cdot (d_{вн.}^{пу})^2 \times \times V_{ср.}^{пу} \cdot \frac{0{,}00808}{\eta} \text{ кВт/ч}, \quad (1)$$

где: $\Delta N_{дв.} = N_{дв.}^{пэ} - N_{дв.}^{пу}$ — разность потребляемой мощности насосов для труб из разных материалов, транспортирующих заданный расход, кВт/ч;

$i^{пу}$ — удельные потери напора в трубе из ВЧШГ с полиуретановым внутренним покрытием диаметром $d_{вн.}^{пу}$ = 0,5168 м;

η = 0,7 — КПД насосной установки.

$$\Delta N_{дв.} = 106(0{,}0189 - 0{,}0076) \times \times 0{,}5168^2 \cdot 0{,}86 \cdot \frac{0{,}00808}{0{,}7} = 29{,}8 \text{ кВт/ч}.$$

Потребляемая мощность насоса, установленного на трубопроводе из полиэтилена, в сравнении с потребляемой мощностью насоса, установленного на трубопроводе из ВЧШГ труб с полиуретановой внутренней поверхностью, на 29,8 кВт/ч больше, чем в трубах из ВЧШГ.

Снижение годового расхода электроэнергии, потребляемого насосом на транспортирование заданного расхода q на расстояние 1 км, определяется по формуле [6]:

$$e_г = 10^6 (i^{пэ} - i^{пу}) \cdot (d_{вн.}^{пу})^2 \times \times 67 \cdot V_{ср.}^{пу} \cdot 1/\eta, \text{ кВт/ч} \quad (2)$$

$$e_г = 10^6 (0{,}0189 - 0{,}0076) \cdot 0{,}5168^2 \cdot 67 \times \times 0{,}86 \cdot 1/0{,}7 = 248\,675{,}0 \text{ кВт/ч/год/км} = 681{,}3 \text{ кВт/сут./км} = 28{,}3 \text{ кВт/ч/ км}.$$

Годовая экономия эксплуатационных затрат за счет снижения потребляемой мощности насоса, транспортирующего заданный расход на расстояние 1 км, определяется по формуле [6]:

$$Э_г = \Delta N_{дв.} \cdot \alpha, \text{ руб/год/км}, \quad (3)$$

Таблица 1.

Геометрические параметры труб

Вид материала труб		
полиэтилен 100 по ГОСТ 18599-2001, SDR17	**стеклопластик по ТУ 2296-250-24046-478-95, SN 10000 Па**	**ВЧШГ с полиуретановым покрытием по EN 545-2010**
номинальный внутренний диаметр, $d_{вн.}$, мм	**номинальный внутренний диаметр, $d_{вн.}$, мм**	**номинальный внутренний диаметр, $d_{вн.}$, мм**
440,6	500,0	516,8

Таблица 2.

Стоимостные показатели труб

Диаметр условного прохода, d_y, мм	Стоимость, тыс. руб. за 1 п. м, НДС в т. ч.					
	строительно-монтажных работ			труб		
	полиэтилен	стеклопластик	ВЧШГ	полиэтилен	стеклопластик	ВЧШГ
500,0	7 326,0	4 752,0	2 524,0	11 414,0	11 260,0	28 928,1

Рис. 1. Фото с объектов монтажа труб из ВЧШ

где:

α — стоимость 1 кВА установленной мощности при двухставочном тарифе за оплату электроэнергии, руб.

Для рассматриваемого примера принимаем α = 15 руб/1кВА

$$Э_г = \Delta N_{дв.} \cdot \alpha = 29{,}8 \cdot 24 \cdot 365 =$$
$$= 261\,048 \text{ кВт/год} \cdot 15 \text{ руб.} =$$
$$= 3\,915\,720 \text{ руб/год/км} =$$
$$= 3915{,}72 \text{ руб/год/1 п. м.}$$

Результаты сравнения показателей труб из разных материалов по двум критериям сведены в табл. 4.

Проведенная оценка эффективности материалов труб по двум критериям позволяет также констатировать, что стоимость насосного оборудования будет для сравниваемых труб наименьшей для труб из ВЧШГ с полиуретановым покрытием, так как для этих труб потребляемая мощность насоса в 2,2 раза (на 54,6%) меньше потребляемой мощности насоса для трубопровода из напорного полиэтилена и в 2,7 раза меньше (на 63,0%), чем для трубопровода из стеклопластика.

Анализ данных, представленных в табл. 4, показывает, что:

— чугунные раструбные трубы из ВЧШГ с полиуретановым внутренним покрытием являются эффективными по двум критериям оценки — строительному и эксплуатационному.

Трубы из ВЧШГ с полиуретановым покрытием обладают следующими преимуществами:

— энергоэффективностью;

— высокой пропускной способностью;

— неизменностью гидравлического потенциала труб во времени;

— высоким темпом ведения строительно-монтажных работ;

— простотой монтажа труб;

Таблица 3.

Гидравлический потенциал труб

Вид материала труб	Внутренний диаметр труб, $d_{вн.}$, мм	Высотная характеристика шероховатости Ra, мкм	Гидравлический потенциал труб		
			расход, q, л/с	средняя скорость, V, м/с	удельные потери напора 1000 i, мм/м
Полиэтилен — 100, SDR 17	440,6	0,410	160,0	1,05	1,89
Стеклопластик SN 10 000 Па	500,0	0,370	170,0	0,90	2,10
Полиуретан EN 545-2010	516,8	0,304	180,0	0,86	0,76

Таблица 4.

Значения критериев сравнения

Вид материала труб	Внутренний диаметр труб $d_{вн.}$, мм	Критерии выбора материала труб					Оценка эффективности материала труб
		строительный		эксплуатационный			
		стоимость строительно-монтажных работ за 1 п. м, руб., НДС в т. ч.	стоимость 1 п. м труб, руб., НДС в т. ч.	q, м³/с	V, м/с	потребляемая мощность насоса, N, кВт/ч *	
ПЭ-100, SDR 17	440,6	7 326,0	11 414,0	0,16	1,05	44,30	не эффективен
Стеклопластик SN 10 000 Па	500,0	4 752,0	11 260,0	0,17	0,9	54,30	не эффективен
Полиуретан EN 545-2010	515,8	2 524,0	28 928,1	0,18	0,86	20,01	эффективен

**рассчитана по формуле (1) для конкретного диаметра и материала труб.*

— герметичностью стыков;

— устойчивостью стыкового соединения к сейсмическим воздействиям;

— способностью выдерживать высокое давление;

— неподверженностью к электрохимической коррозии;

— отсутствием затрат на подготовку оснований под трубы;

— длительным сроком службы — 120 лет;

— пригодностью к транспортированию агрессивных сред.

За время эксплуатации трубопроводов в Европе, начиная с 1972 года, нарекания или претензии в адрес производителя труб отсутствуют.

Вывод

Энергоэффективные чугунные раструбные трубы из ВЧШГ с полиуретановым покрытием рекомендуется использовать:

— для экономии средств на строительные и эксплуатационные нужды при устройстве трубопроводов;

— для снижения энергозатрат при эксплуатации трубопроводов;

— для транспортирования потоков на большие расстояния;

— при большом перепаде высот в

— в районах с высокой сейсмической активностью;

— для монтажа ответственных трубопроводов и продуктопроводов.

Литература

1. Продоус О. А., Мурлин А. А., Иващенко В. В. «Критерии выбора материалов труб для напорных систем коммунального и промышленного водоснабжения» // Материалы X Международной научно-практической конференции «ТЕХНОВОД-2017», г. Астрахань, 4–6 октября 2017. — С. 101–105.

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

3. ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики» // М.: ИПК «Издательство стандартов». 2003. Дата актуализации: 01.12.2016 // www.internet-law.ru/gost/gost/1419.

4. Продоус О. А., Терехов Л. Д. «Гидравлические характеристики раструбных труб из ВЧШГ с полиуретановым покрытием внутренней санитарная техника», № 5, 2017. — С 53–57.

5. Александров В. И., Киберев В. И. «Оценка эффективности применения полиуретановых покрытий гидротранспортных трубопроводов в сравнении со стальными трубопроводами» // «Обогащение руд». 2016. № 6 (366). — С. 51–66.

6. Дикаревский В. С., Якубчик П. П., Продоус О. А., Смирнов Ю. А. «Резервы экономии электроэнергии при транспортировании воды по водоводам из железобетонных труб» // Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического семинара «Рациональное использование воды и топливно-энергетических ресурсов в коммунальном водном хозяйстве». Алма-Ата, 6–8 августа. — М.: КМС ВСНТО, 1985. — С. 90–92.

7. Дикаревский В. С., Якубчик П. П., Продоус О. А., Смирнов Ю. А. «Экономичные трубопроводы водоснабжения из напорного железобетона с улучшенными энергосберегающими характеристиками» // Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции «Основные направления развития водоснабжения, водоотведения, очистки природных и сточных вод и осадков», ч. I. Харьков, 1986. —

Почему Приказ «О требованиях энергетической эффективности зданий, строений, сооружений» — это движение назад, в прошлый век?

В. И. Ливчак, член бюро президиума НП «АВОК»
А. С. Горшков, директор учебно-научного центра «Мониторинг и реабилитация природных систем»
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Минстроем РФ наконец-то представлен проект Приказа «Требования энергетической эффективности зданий, строений, сооружений», который во исполнение Постановления Правительства РФ от 25 января 2011 г. № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий и Требований к правилам определения класса энергоэффективности» должен вступить в действие еще в апреле 2011 года. Отставание более чем в шесть лет свидетельствует о том сопротивлении, которое присутствует в исполнительных органах власти против повышения энергетической эффективности строящихся и эксплуатируемых зданий, вопреки Указу Президента России от 04 июня 2008 года № 889 о снижении к 2020 году энергоемкости ВВП России не менее чем на 40% по сравнению с 2007 годом, Федеральному закону от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...» и цитируемому ППРФ № 18 (вышедшему также спустя более двух лет после указа!) о снижении к 2020 году энергопотребления зданий на 40%.

В рамках данного исследования рассмотрим основные положения представленного проекта Приказа и его несоответствие требованиям действующего законодательства.

В соответствие с ППРФ № 18 приказом должны быть установлены базовые требования энергетической эффективности зданий, после утверждения которых требования энергетической эффективности должны предусматривать уменьшение показателей, характеризующих годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании, не реже одного раза в 5 лет: с 1 января 2011 года (на период 2011–2015 годов) — не менее чем на 15% по отношению к базовому уровню; с 1 января 2016 года — не менее чем на 30% и с 1 января 2020 года — не менее чем на 40% по отношению к базовому уровню.

Неясно, зачем такая бюрократическая иерархия, если базовый для сравнения год обозначен в цитируемом указе Президента, а нормируемые к тому времени требования энергетической эффективности зданий сформулированы в действовавшем тогда СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» (таблицы 8 и 9) становятся теперь базовыми? В результате, достигнув в 2003 году показателей энергоэффективности зданий, близких к аналогичным показателям в странах Европейского союза и Северной Америки [1], мы остановились на месте, в то время как указанные выше страны с тех пор провели 2–3 волны повышения энергоэффективности строящихся и, что поражает масштабностью, — эксплуатируемых зданий.

О возможности достижения в нашей стране реальных показателей повышения энергетической эффективности зданий продемонстрировала Москва. В [2] показано, как Правительство Москвы, ответив на указ Президента России, 5 октября 2010 года, до Постановления Правительства РФ № 18, своим Постановлением № 900-ППМ «О повышении энергетической эффективности жилых, социальных и общественно-деловых зданий в г. Москве», при проектировании нового строительства, реконструкции и капитального ремонта жилых и общественных зданий утвердило снижение с 01.10.2010 г. нормируемого удельного потребления тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на освещение помещений общедомового назначения, на силовые установки лифтов и систем инженерного оборудования на 25% по сравнению с действующими по СНиП 23-02-2003 нормами, с одновременным повышением теплозащиты этих зданий.

Вадим Иосифович Ливчак

Кандидат технических наук, почетный строитель России, лауреат премии Совета министров СССР, специалист в области теплоснабжения жилых микрорайонов и повышения энергоэффективности зданий. В 1960 году с отличием окончил Московский инженерно-строительный институт по специальности инженер-строитель по ТГВ. Работал мастером-сантехником, наладчиком систем ОВК и ТС в Главмосстрое, 25 лет — в Московском научно-исследовательском и проектном институте (МНИИТЭП) начальником сектора теплоснабжения жилых микрорайонов и общественных зданий. Более 5 лет — в Московском агентстве энергосбережения при Правительстве Москвы в должности заместителя директора по ЖКХ, 12 лет — в Московской государственной экспертизе начальником отдела энергоэффективности зданий и инженерных систем. Вице-президент НП «АВОК» в 2000–2013 гг. Автор около 300 печатных работ и 8 свидетельств на изобретение.

НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

НОЭ

организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности

НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

ОСНОВНЫЕ УЧАСТНИКИ ОБЪЕДИНЕНИЯ

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НОЭ:

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

ЗАДАЧИ НОЭ:

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

123056, г. Москва, Электрический переулок, дом 8, строение 5, этаж 5
ст. м. Белорусская
(499) 575-04-44
www.no-e.ru | www.ноэ.рф
info@no-e.ru

Александр Сергеевич Горшков

Кандидат технических наук, директор учебно-научного центра «Мониторинг и реабилитация природных систем» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», секретарь научно-технического совета Жилищного комитета Администрации Санкт-Петербурга. Автор более 100 научных и учебно-методических работ и 7 авторских свидетельств. В 1997 году окончил Военную инженерно-космическую академию им. А. Ф. Можайского. Военную службу проходил на космодроме «Свободный». Работал преподавателем в ряде вузов Санкт-Петербурга, в проектных и научно-исследовательских организациях.

Постановлением Правительства Москвы от 03.10.2011 г. № 460-ПП подтверждено, что «в результате модернизации производственной базы индустриального домостроения достигнуто производство трехслойных панелей наружных стен и окон с повышенными теплотехническими показателями — приведенным сопротивлением теплопередаче наружных стен более 3,5 м^2·°С/Вт, а оконных и дверных блоков из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами — более 0,8 м2·°С/Вт», удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов не превышает 71 кВт·ч/м^2 в год при ГСОП = 4943 градусо-суток (базовое значение этого показателя по МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормы тепло-водо-электроснабжения» составляло 95 кВт·ч/м^2).

Что же предлагает столь ожидаемый проект Приказа Минстроя? К сожалению, одни разочарования.

Во-первых, вопреки здравому смыслу и по непонятной причине для многоквартирных домов разделяется нормирование удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию: с одной стороны — на этапах проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию вновь построенных и реконструированных зданий, где он устанавливается применением удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, размерностью Вт/(м^2·°С), а с другой стороны — в процессе эксплуатации по удельному годовому расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию, размерностью кВт·ч/м^2.

Такое разделение является нарушением «Правил установления требований энергетической эффективности для зданий...», утвержденных ППРФ № 18, во исполнение которого подготовлен анализируемый приказ. В соответствии с п. 7 этих Правил «К показателям, характеризующим выполнение требований энергетической эффективности, относится, в том числе: а) показатель удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию для всех типов зданий, строений, сооружений...», а не принятая в СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий, актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» и перенесенная в этот приказ удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

Более того, эти два показателя не стыкуются между собой, потому что удельный годовой расход энергетических ресурсов (более правильно тепловой энергии) на отопление и вентиляцию отнесен к единице площади квартир или полезной площади помещений общественного здания [или к их отапливаемому объему (формулировка СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» п. 2 Приложения Б Термины и определения, в дальнейшем это определение было повторено в ГОСТ 31427-2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности»)]. А удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию относится к единице площади или к единице отапливаемого объема всего здания, измеренных в пределах внутренних поверхностей наружных стен.

Как показано в [3] при анализе типовых проектов МКД московских серий, сумма площадей этажей здания в 1,35–1,5 раза больше суммы площадей квартир, потому что площадь этажа, помимо площади квартир, расположенных на нем, включает площадь лестнично-лифтового узла с межквартирными коридорами и площадь перекрытий, на которые опираются все внутренние стены. Соответственно, при делении на большую площадь получится настолько же ниже удельная величина теплопотребления. Поэтому заложенная в таблицах Приложения 1 и 2 проекта Приказа, эта заниженная величина позволяет, не выполняя никаких энергосберегающих решений, пересчитать расчетное теплопотребление здания на единицу его объема и получить на бумаге повышение энергоэффективности как минимум на 35% без снижения фактически израсходованной энергии на отопление.

В дополнение к этому в изменениях №1 к СП 50.13330.2012, пункт 5.2, предложенных авторами данного Свода правил, предлагается снизить базовые значения сопротивления теплопередаче наружных ограждений, внесенные еще в 1995 году в СНиП II-3-79*, для стен на 37%, для остальных ограждающих конструкций (кроме светопрозрачных) на 20% «при условии выполнения требования п. 10.1 к удельной характеристике расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по методике Приложения Г». А при таком виртуальном повышении энергоэффективности, получаемом за счет деления рассчитанного теплопотребления на большую площадь, такое снижение сопротивления теплопередаче ограждений против базовых значений будет априори. Это подтверждается примером из Приложения П СП 50, результаты которого приведены в Обоснованиях, — **отсюда и следует движение назад, т. е. в прошлый век!**

Вообще, не понятно, почему в рассматриваемом проекте Приказа используются материалы раздела 10 СП 50 «Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий», который был исключен из данного СП как обязательный по Постановлению Правительства РФ от 26 декабря 2014 года № 1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Здесь имеет место недоработка Минстроя — раздел из СП 50 исключили, а поручение о более квалифицированной разработке такого раздела в СП 60 «Отопление, вентиляция, кондиционирование» и аналогичного по определению удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение в СП 30 не поступило.

Обоснование.

Приложение Г «Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий» СП 50 ошибочно, вероятно, по невнимательности включено в перечень обязательных вместо близкого по названию Приложения Ж «Расчет удельной теплозащитной ха-

РМЭФ

Российский Международный Энергетический Форум

25–27 АПРЕЛЯ 2018

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

XXV

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ufi

ОРГАНИЗАТОРЫ

ENERGETIKA.EXPOFORUM.RU
RIEF.EXPOFORUM.RU

energetika@expoforum.ru
rief@expoforum.ru
+7 (812) 240 40 40, доб. 2159

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

EXPOFORUM

Выставочное объединение РЕСТЭК®

12+

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

рактеристики здания», на которое приводится ссылка в п. 5.6 обязательного раздела 5 «Тепловая защита зданий» того же СП. Ошибочно, потому что по аналогии с СП 60.13330.2012 независимо от упоминания Приложения в обязательном разделе обязательность самого Приложения повторяется в Перечне ППРФ № 1521, а в обязательном разделе 5, п. 5.6 СП 50, в котором дана ссылка на Приложение Ж, развивающем этот пункт, самого Приложения Ж в перечне ППРФ № 1521 нет!

Пояснения же авторов, что Приложение Г является обязательным, потому что в обязательном разделе 5 есть следующая ссылка на это приложение, как видно из цитируемого текста, несостоятельно: «в пункте 5.2, где приводится формула (5.1) определения нормируемого значения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции: $R_o^{норм} = R_o^{тр} m_р$, где $m_р$ — коэффициент, учитывающий особенности региона строительства, принимается равным 1 (как приведено в изменениях 1 к СП, этот коэффициент со ссылкой на методику Приложения Г теперь принимается равным 0,63 для стен и 0,8 для других конструкций, кроме светопрозрачных). Но поскольку п. 10.1 входит в необязательный раздел 10 и основная ссылка на методику, изложенную в Приложении Г, также приводится в п. 10.1, то Приложение Г по определению не может быть обязательным.

Авторы СП 50 в обоснование отнесения удельного расхода энергетического ресурса к отапливаемому объему здания, не обращая внимания на термины и определения, принятые в СНиП 23-02-2003 и ГОСТ 31427–2010, ссылаются на п. 5.12 этого СНиП, где ошибочно этот показатель относится в том числе «на 1 м^3 отапливаемого объема», не указывая, что объема перечисленных выше помещений, а не всего здания, что для МКД больше объема квартир как минимум на 35%. Подтверждением того, что для МКД в квадратных скобках приводится показатель, отнесенный к объему квартир, а не всего здания, служит табл. 9 СНиП, строка 1: если разделить показатель, отнесенный к площади квартир, на показатель, отнесенный к объему квартир (в квадратных скобках), получим стандартную высоту этажа 2,8 м (с небольшими отклонениями до 2% из-за округления показателей).

То обстоятельство, что в табл. 14 СП 50 показатели нормируемой (базовой) удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию приняты из табл. 9 СНиП 23-02-2003, свидетельствует повторенное нами преобразование показателя удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, например, для 12-этажного МКД, из табл. 9 qот. тр = = 25 кДж/(м^3·°С·сут) при переводе из кДж в Вт·ч и преобразовании суток в 24 ч, после чего часы по предложению авторов сокращаются: 25·1000/24/3600 = = 0,289 Вт/(м^3·°С), что соответствует округленному значению 0,29 в табл. 14 СП 50.

Подтверждением того, что при пользовании этой табл. 14 нормируемый (базовый) показатель удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию оказывается как минимум на 35% занижен по сравнению со СНиП 23-02-2003, свидетельствует пример из Приложения П того же СП 50. Согласно п. 8 этого приложения, расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию 8-этажного дома, рассчитанный на базовые значения сопротивления теплопередаче наружных ограждений, определенный по формуле (Г.1), составил 0,219 Вт/(м^3·°С) за отопительный период, а нормируемое значение по табл. 14 — 0,319 Вт/(м^3·°С). Следовательно, нормируемое (базовое) значение превышает расчетное в 0,319/0,219 = = 1,46 раза. Таким образом, можно, ничего не предпринимая, на бумаге получить повышение энергетической эффективности здания почти в 1,5 раза!

Еще один ложный довод авторов СП 50 заключается в следующем утверждении: «отапливаемый объем здания более точно отражает теплопотери здания, чем его площадь». В отношении теплопотерь через ограждающие конструкции — правильно, но в тепловом балансе здания еще участвуют теплопотери на нагрев наружного воздуха для вентиляции квартир, бытовые теплопоступления, которые зависят от количества проживающих в квартире людей, а это количество зависит от площади, приходящейся на одного жителя, а не от объема здания, еще и бытовые теплопоступления практически не зависят от наружной температуры.

То, что высота этажа может быть выше принятых 2,8 м, при желании может быть пересчитано в качестве базовых показателей. Например, для 8-, 9-этажного МКД с отношением площади светопрозрачных ограждений в квартирах к площади фасадов 0,18 и заселением 20 м^2 площади квартир на человека, в котором соотношение составляющих теплового баланса дома, рассчитанного на утепление, до нормативных (базовых) сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций составляет: теплопотери через ограждения 51% от суммарных теплопотерь, в том числе через покрытия и перекрытия 5%, теплопотери на нагрев наружного воздуха для вентиляции квартир в нормативном объеме 49%, бытовые теплопоступления

Таблица.

Приложение 1. Базовый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию одноквартирных домов, Вт·ч/(м^2×°С×сут)

Отапливаемая площадь домов, м^2	С числом этажей			
	1	2	3	4
60 и менее	38,9	–	–	–
100	34,7	37,5	–	–
150	30,6	33,3	36,1	–
250	27,8	29,2	30,6	31,9
400	–	25,0	26,4	27,8
600	–	22,2	23,6	25,0
1000 и более	–	19,4	20,8	22,2

Примечания.

1. При промежуточных значениях отапливаемой площади дома в интервале значения удельного годового расхода тепловой энергии определятся по линейной интерполяции.

2. Под отапливаемой площадью одноквартирного дома понимают сумму площадей отапливаемых помещений, квартир с расчетной температурой внутреннего воздуха выше 12 °С, для блокированных домов — это площадь квартиры.

23% от суммарных теплопотерь. Принимая, что бытовые теплопоступления уменьшают теплопотери в основном через стены и окна, система отопления обеспечивает компенсацию этих теплопотерь в размере (51 – 5) – 23 = 28%, а теплопотери через покрытия, перекрытия и на нагрев наружного воздуха в размере 5 + 49 = 54% от суммарных теплопотерь. Поэтому увеличение высоты этажа с 2,8 до 3,3 м повысит базовое значение удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию на (0,28·3,3/2,8 + 0,54)·100/(0,28 + + 0,54) –100 = 6,1%. А можно это незначительное увеличение не учитывать и отнести увеличение высоты этажа на повышение коммерческой стоимости квартир, а потому можно на утепление здания затратить на 6% больше средств.

Во-вторых, обозначение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период (удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию) — приведено в Вт/(м^3·°С), то есть в единицах мощности, а не работы (количества потребленной теплоты за период времени, которая обозначается в Вт·ч), что противоречит законам физики. Проведенное авторами СП 50 сокращение в общепризнанной (см. ГОСТ 31427-2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности») размерности Вт·ч/(м^3·°С·сут) при замене суток на 24 часа даст 0,042·Вт/(м^3·°С), что так же нелепо, если бы выражение норматива воздухообмена в 3 м^3/(ч·м^2) жилой площади квартиры сократить на м^2 в числителе и знаменателе, получится 3 м/ч, что соответствует размерности скорости.

Более того, п. 10 проекта Приказа опровергает применение удельной характеристики расхода тепловой энергии, подменяя ее удельным годовым расходом: «10. Нормируемый удельный годовой расход энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию зданий (в том числе многоквартирных домов), устанавливается равным базовому удельному годовому расходу энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию здания с момента вступления в силу настоящих Требований». Но конкретные значения этого расхода в Приказе отсутствуют! В таблицах Приложений 1 и 2 Приказа приводятся значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, а не требуемого по ППРФ № 18 показателя удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

Ввиду изложенного в редакции «Требований энергетической эффективности зданий» проекта Приказа Минстроя следовало бы:

— формулировку п. 6 изменить на: «6. Удельный расход энергетических ресурсов устанавливается в расчете на единицу площади квартир или полезной площади помещений общественного здания [или их отапливаемого объема]»;

— в пунктах 7 и 8 исключить разделение требований на этап проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию и этап самой эксплуатации;

— в пунктах 7, 11, 12, 20 и 25 заменить понятие «удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию» на применяемое в ППРФ № 18 «удельный годовой расход энергетических ресурсов в многоквартирном доме, в том числе тепловой энергии на отопление и вентиляцию отдельной строкой, и удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию других зданий».

Для всех типов зданий (многоквартирных домов, жилых одноквартирных домов, административных и общественных зданий) в качестве базовых значений удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию вместо таблиц Приложений 1 и 2 проекта Приказа предлагается использовать таблицы 8 и 9 из СНиП 23-02-2003, пересчитав их с кДж на Вт·ч, как это принято в европейских нормах, и исключив из строки 1 табл. 9 жилые здания, поскольку одноквартирные дома представлены в табл. 8, а многоквартирные — в таблице Приложения 3 проекта Приказа с некоторыми изменениями. Тогда перечисленные таблицы будут иметь следующее содержание.

В таблицу Приложения 3 проекта Приказа вносятся изменения, учитывающие, что при пересчете базовых показателей удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД из табл. 9 СНиП 23-02-2003 для других регионов страны, от градусо-суток зависит также и принимаемое сопротивление теплопередаче наружных ограждений (см. табл. 4 того же СНиП), а соответственно будут меняться теплопотери через наружные ограждения, и что бытовые теплопоступления, как одна из составляющих теплового баланса здания, не зависят от изменения наружной температуры. При ГСОП = 4000 °С·сут для МКД этажностью от 7 этажей и выше *показатели тепловой энергии на отопление и вентиляцию* совпадают с данными аналогичной таблицы рассматриваемого проекта Приказа, для МКД в 6 этажей и ниже они отличаются, потому что в табл. 9 СНиП не учитывалось, что при такой этажности «теплые» чердаки не применяются. Таблица Приложения 3 с рекомендуемыми изменениями приведена ниже.

В-третьих, пунктом 11 проекта Приказа во исполнение изменений Правил Постановлением Правительства РФ № 603 от 20.05.2017 г. предусматривается уменьшение удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию строящихся зданий (в том числе многоквартирных домов): с 1 января 2018 года на 20% по отношению к базовым значениям, указанным в таблицах приложений 1, 2 и 3 настоящих Требований; с 1 января

Таблица.

Приложение 2. Базовый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий, Вт·ч/(м²×°С×сут)

Типы зданий		Этажность зданий:							
		1	2	3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12–25
1. Гостиницы, общежития		27,8	25,0	24,4	23,6	22,2	21,1	20,0	19,4
2. Общественные, за исключением позиций 3–7 настоящей таблицы*		34,6 38,6	30,8 34,8	28,9 33,0	26,3 30,3	23,9 27,9	22,3 26,3	21,4 25,5	20,2 24,1
3. Поликлиники и лечебные учреждения с полуторасменным режимом работы		33,8	32,8	31,8	30,8	29,3	28,3	27,7	26,9
4. Больницы и лечебные учреждения с круглосуточным режимом работы		37,8	36,8	35,8	34,8	33,4	32,4	31,8	31,0
5. Дошкольные учреждения, хосписы		36							
6. Административного назначения (офисы)		34,2	31,2	27,7	24,7	21,6	19,8	18,6	18,4
7. Сервисного обслуживания, культурно-досуговой, физкультурно-оздоровительной направленности, технопарки и логистические центры** при $t_в$ =	20 °С 18 °С 13–17 °С	28,8 [6,4] 26,6 [5,9] 23,9 [5,3]	27,5 [6,1] 25,7 [5,7] 23,0 [5,1]	26,1 [5,8] 23,9 [5,3] 22,1 [4,9]	25,2 [5,6] 23,0 [5,1] 21,2 [4,7]	24,7 [5,5] 22,5 [5,0] 20,7 [4,6]	24,2 [5,4] 22,0 [4,9] 20,2 [4,5]	23,7 [5,3] 21,5 [4,8] 19,7 [4,4]	–

Примечания.

*1. * Верхняя строка с односменным режимом работы; нижняя строка с 1,5-сменным режимом работы.*

*2. ** В квадратных скобках приведены значения для зданий с высотой этажа от пола до потолка более 3,6 м в Вт·ч/(м³×°С×сут), отнесенные к отапливаемому объему помещений полезной площади здания, в который входят также площади, занимаемые эскалаторными линиями и атриумами. Остальные значения — на м² полезной площади помещений.*

3. Нормируемые показатели в позиции 1 приведены при высоте этажа от пола до потолка 2,8 м, в позициях 2–6 на м² при высоте этажа от пола до потолка 3,3 м.

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

2023 года — на 40% по отношению к базовым значениям и с 1 января 2028 года — на 50% по отношению к базовым значениям.

Следует заметить, что в 1-й редакции Постановления Правительства РФ № 18 от 25.01.2011 г. в п. 7 к показателям, характеризующим выполнение требований энергетической эффективности многоквартирных домов, отнесены: показатели суммарных удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, включая расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (отдельной строкой), а также показатель удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды.

В последней редакции от 20.05.2017 г. записано по сути то же, но объединили показатель удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды с показателем удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение, отделили последний от показателя удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию и назвали его не «тепловой энергии», а «энергетических ресурсов», как в первой редакции ППРФ № 18. Но там это общее название относилось ко всем перечисленным ресурсам (потому что суммарный расход включал тепловую и электрическую энергию), а в редакции от 20.05 2017 г. говорится только о расходе тепловой энергии на отопление и вентиляцию, а обозначается общим показателем как энергетический ресурс. Казалось бы, несущественные изменения не так важны, но они подводят к тому, чтобы разделить в Приказе нормирование энергоэффективности МКД на этапы проектирования и эксплуатации, необоснованность чего была показана в «во-первых».

Указанная выше подмена понятий исказила в предложенном проекте Приказа требования ППРФ № 18 по «уменьшению показателей, характеризующих годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов в многоквартирном доме», поскольку по первой редакции ППРФ № 18 под энергетическими ресурсами понималась сумма удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды. Поэтому уменьшаться должна вся эта сумма, а по проекту Приказа уменьшается «нормируемая удельная характеристика расхода *только* тепловой энергии на отопление и вентиляцию».

Далее, во всех странах Европейского союза нормируемое уменьшение расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию сопровождается повышением тепловой защиты оболочки зданий, ибо наряду с осуществлением индивидуального на дом автоматического регулирования подачи теплоты в системы отопления, утепление наружных ограждений дома и замена окон на энергоэффективные и герметичные являются наиболее экономичным решением по сравнению с другими, и без них невозможно добиться продекларированного снижения энергопотребления системами отопления зданий. В проекте Приказа отсутствуют требования повышения теплозащиты наружных ограждений, **что в очередной раз ставит под сомнение реализацию намерений повышения энергоэффективности зданий**.

В таблицах Приложений 1–4 было бы целесообразно указать численные значения показателей, нормируемых с 1 января 2018 года. Зачем проектировщикам, экспертам, энергоаудиторам проводить дополнительные вычисления?

Обоснование.

Сопоставим состояние теплозащиты зданий в нашей стране и в Дании — наиболее развитой в этом направлении страны Европейского союза. В Дании и других скандинавских странах нормируется сопротивление теплопередаче стен «по глади» конструкции: по нормам 2006 года это было $R^{тр.}_{ст.гл.}$ = = 5,0 м²·°С/Вт и достигалось применением минераловатного утеплителя из

базальтового волокна толщиной не менее 220 мм, а с 2010 года повысилось до $R^{тр.}_{ст.гл.}$ = 6,67 м²·°С/Вт. Аналогичное повышение сопротивления теплопередаче принято для покрытий и перекрытий — до 10 м²·°С/Вт с 2010 года (против 6,7 м²·°С/Вт 2006 году).

Кроме этого, отдельно нормируется коэффициент линейных потерь тепла (мостики холода), который для стыков между наружной стеной, окнами и другими проемами должен быть не более 0,03 Вт/°С на погонный метр стыка (это требование 2006 года осталось и на 2010 год). С учетом того, что теплопотери в стыках между стенами и окнами составляют около 60% от всех потерь тепла в мостиках холода наружных стен, включающих опирание на железобетонные перекрытия, в том числе в зоне примыкания балконов и вертикальных ограждений, и др., приведенное сопротивление теплопередаче стен без оконных заполнений по нормам Дании составит в зависимости от года строительства, соответственно $R^{тр.}_{ст.пл}$ = 4,3 и 5,7 м²·°С/Вт. Это при ГСОП = 3000 градосо-суток, напомним, по нормам России при ГСОП = 4000 градосо-суток базовое значение приведенного сопротивления теплопередаче стен в 2017 году составляет 2,8 м²·°С/Вт, а минимально допустимое, становящееся по СП 50 обязательным, — 0,63·2,8 = 1,76 м²·°С/Вт! (наше отставание в требованиях — колоссальное).

В отношении сопротивления теплопередаче оконных блоков в нормах в Дании 2010 году принято незначительное повышение до 0,7 м²·°С/Вт (против 0,67 м²·°С/Вт в 2006 году). Но по нормам Германии EnEV 2009 предусматривается, что с октября 2009 года сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций должно быть не менее $R^{тр.}_{ок}$ = 0,77 м²·°С/Вт, а с 1 января 2012 года $R^{тр.}_{ок}$ = 1,1–1,25 м²·°С/Вт.

В отношении удельного теплопотребления на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоквартирных домов площадью более 2200 м² с 2006 года норматив составляет 70 кВт·ч/м² в год, и предусматривается дальнейшее снижение нормируемого теплопотребления с 2010 года до 52,5 кВт·ч/м² и с 2015 года до 30 кВт·ч/м² в год. При пересчете на российские регионы со сравнительно небольшим ГСОП= 4000 °С·сутки требуемое удельное теплопотребление только на отопление и вентиляцию МКД составит: 30·4000/3000 = 40 кВт·ч/м² в год, а у нас для 9-этажных домов с 2018 года планируется не более 66 кВт·ч/м², то есть в 66/40 = 1,65 раза ниже по энергетической эффективности, чем в Дании.

Следует обратить внимание на то, что в нормах Дании записано: «Даже в случае соответствия величины энергопотребления установленным нормативным требованиям заложенная в конструктивном решении зданий величина удельных теплопотерь в результате теплопередачи через наружные ограждения не должна превышать для одноэтажного здания 6 Вт/м² площади оболочки здания, исключая окна и двери; для 2-этажных зданий — 7 Вт/м² и домов высотой 3 и более этажей — 8 Вт/м²».

С 30.06.2010 г. предусматривается следующий этап снижения указанных выше величин, соответственно до 5, 6 и 7 Вт/м² (п. 7.2.1, stk. 8). **Следовательно, независимо от применения энергосберегающих решений в инженерных системах поддержания микроклимата отапливаемых помещений, независимо от степени использования возобновляемых источников энергии тепловая защита зданий нормируется самостоятельно**, она должна соответствовать высокому уровню и постоянно повышаться.

В-четвертых, в части обеспечения выполнения первоочередных требований энергетической эффективности (п. 18 проекта Приказа). В п. 18 а) и б) в фразу: «установка оборудования, обеспечивающего в системе внутреннего теплоснабжения здания (*в подпункте б — многоквартирного дома*) поддержание гидравлического режима, автоматическое регулирование потребления тепловой энергии в системах отопления и вентиляции в зависимости от изменения температуры наружного воздуха» вставить слова (*подчеркнутые*): «и с учетом теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности системы отопления, приготовление горячей воды и поддержание заданной температуры и давления в системе горячего водоснабжения»; — поскольку учет именно этих обстоятельств путем перенастройки контроллера регулятора подачи теплоты на отопление позволяет получить основную экономию тепловой энергии от реализации установки этого оборудования (см. в [4]).

Там же, в п. 18 а) и б) следует исключить слова: «при условии технической возможности» — как это в новом строительстве возможно отсутствие этой «технической возможности»? Даже при капитальном ремонте всегда есть место в техподполье для установки этого оборудования, включающего циркуляционный малошумный насос с установочной мощностью менее электрического чайника, регулирующий клапан условным диаметром не более 25 мм и контроллер. Включение этих слов дает возможность не выполнять указанного требования, совершенно справедливо названного первоочередным!

В п. 18 б) после слов «...в зависимости от изменения температуры наружного воздуха и с учетом теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности системы отопления» предлагается дополнительно включить: «, оборудование устройствами, обеспечивающими работу систем вентиляции (воздухопропускные клапаны в окнах или стенах), приготовление горячей воды и поддержание задан-

Таблица.

Приложение 3. Базовый удельный годовой расход энергетических ресурсов в многоквартирном доме, отражающий суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на электроснабжение в части расхода электрической энергии на общедомовые нужды, кВт·ч/м²

Наименование показателя	°С·сут. отопит. периода	Этажность многоквартирного дома					
		2 эт.	4 эт.	6 эт.	8 эт.	10 эт.	≥12 эт.
Удельный суммарный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды*	2000	220	208	215	210	208	206
	3000	239	222	226	220	216	214
	4000	260	238	242	234	230	228
	5000	275	252	254	245	240	238
	6000	302	274	274	264	258	255
	8000	359	321	319	305	297	293
	10 000	413	366	360	343	333	329
в том числе тепловой энергии на отопление и вентиляцию**	2000	66	54	51	46	44	43
	3000	99	82	76	70	66	64
	4000	120	99	92	84	80	78
	5000	135	111	104	95	90	88
	6000	162	134	124	114	108	105
	8000	216	178	166	152	144	140
	10 000	270	223	207	190	180	176

Примечания.

*1. * Базовый удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение принимается в соответствии с СП 30.13330 для заселенности 20 м² площади квартир и зависит от климатического района, как по водопотреблению, так и по длительности отопительного периода, с отнесением к градусо-суткам нормализованного отопительного периода: при ГСОП = 2000 °С·сут равен 149 кВт·ч/м², ГСОП = 3000–6000 °С·сут равен 135 кВт·ч/м² и ГСОП = 8000–10 000 °С·сут равен 138 кВт·ч/м²;*

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

*2. ** При установлении базового уровня удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию были приняты следующие расчетные условия: температура внутреннего воздуха в квартирах 20 °С, заселение 20 м² общей площади квартир на одного жителя, что соответствует нормативному воздухообмену 30 м³/ч на человека и удельным внутренним теплопоступлениям 17 Вт/м² жилой площади.*

3. Для многоподъездных многоквартирных домов с секциями разной этажности при определении расчетного значения удельного годового расхода энергетических ресурсов для сравнения с базовым этажность дома усредняется.

4. Промежуточные значения удельного годового расхода энергетических ресурсов определяют методом линейной интерполяции по этажности многоквартирного дома и градусо-суткам отопительного периода.

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

ной температуры и давления в системе горячего водоснабжения;», исключив эту фразу из п. 20 и), так как это решение является первоочередным для нормальной работы вентиляции в многоквартирных домах.

Продолжить п. 18 б) следующим абзацем: «при выполнении капитального ремонта и теплоснабжении МКД от ЦТП или квартальной котельной с самостоятельными внутриквартальными сетями на отопление и горячее водоснабжение — установка автоматизированного узла управления системой отопления (АУУ) с заменой элеватора на циркуляционно-подмешивающий насос и устройством автоматического регулирования потребления тепловой энергии в системе отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха и с учетом теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности системы отопления; если ЦТП или внутриквартальные тепловые сети от него подлежат реконструкции или замене — перенос узла приготовления горячей воды из ЦТП в ИТП с установкой в нем теплообменников ГВС и отопления, циркуляционных насосов в местных системах ГВС и отопления, а также аппаратуры управления теплопотреблением системами ГВС и отопления, с настройкой параметров теплоносителя в системе отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха и с учетом теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности системы отопления.

Обоснование.

При желании всегда найдется возможность такого решения, которое действительно позволяет сократить потребление тепловой энергии на отопление на 17% от годового теплопотребления по сравнению со стандартным проектным решением от учета увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома с повышением наружной температуры, а при выявленном запасе тепловой мощности, например, на 20%, что характерно для зданий, построенных или утепленных до нормативных значений в ходе капитального ремонта после 2000 года, еще на 20–30% за счет изменения расчетных параметров теплоносителя с проектных и закладываемых для поддержания контроллером 95–70 °С на рассчитанные по формуле (см. в [4]), например, при запасе 20%: 84–63 °С.

В пунктах 20 в), г) заменить в скобках вместо (в случае более одного стояка) словами: (при необходимости) — потому что более одного стояка — это неграмотно, и проектировщикам известно, как решать вопрос распределения теплоносителя по стоякам вертикальных систем отопления и горячего водоснабжения путем повышения гидравлической устойчивости этих систем без применения балансировочных клапанов.

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

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

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

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

Организаторы:
Ассоциация проектировщиков
«Саморегулируемая организация «Инженерные системы – проект»
и Ассоциация строителей
«Саморегулируемая организация Санкт-Петербурга «Строительство. Инженерные системы»

Таблица.

Приложение 5. Классы энергетической эффективности зданий

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения значения расчетного (фактического) удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, %
A+++	Очень высокий+++	от –70 и ниже
A++	Очень высокий++	от –60 до –70
с 2028 г. A+	Очень высокий+	от –50 до –60
с 2023 г. B	Высокий	от –40 до –50
с 2018 г. C	Повышенный	от –20 до –40
с 2000 г. D	Нормальный	от 0 до –20
до 2000 г. E	Пониженный	от +35 до 0
до 2000 г. F	Низкий	от +70 до +35
до 2000 г. G	Очень низкий	выше +70

Замечание: Следует отметить, что после 20%-ного понижения удельного годового расхода энергетических ресурсов с 2018 и с 2023 годов резкое уменьшение снижения этих ресурсов с 2028 года всего на 10% несколько неожиданно. Целесообразней с 2028 года и через последующее пятилетие рекомендовать промежуточное 15%-ное понижение удельного годового расхода энергетических ресурсов, а в последующие пятилетия перейти на 10%-ное понижение. Тогда диапазон класса «B» будет от –40 до –55%, класса «A+» будет от –55 до –70%, класса «A++» будет от –70 до –80% и класса «A+++» будет от –80% и ниже.

В-пятых, в п. 12 проекта Приказа предусматривается для реконструируемых или проходящих капитальный ремонт зданий с 1 января 2018 года уменьшение нормируемого расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию на 20% по отношению к базовому удельному годовому расходу, указанному в таблицах Приложений № 1 и № 2 к настоящим Требованиям. Для многоквартирных домов такого уменьшения не проводится! Почему? Ведь стоимость утеплителя в затратах на проведение работ по утеплению наружных стен здания составляет не более 20–30%, и увеличение на 20% толщины утеплителя приведет к увеличению стоимости работ всего на 4–6%, а сократит годовые теплопотери через стены до 10%. Так почему не использовать такую возможность для многоквартирных домов, тем более что в общественных зданиях рекомендуется такое уменьшение?

В-шестых, поскольку в данном проекте Приказа приводятся требования по повышению энергетической эффективности не только многоквартирных домов, как это обозначено в ППРФ № 18 и Приказе Минстроя № 399, но и общественных зданий, то класс энергетической эффективности подлежит обязательному установлению в отношении и общественных зданий. Это следовало отразить в рассматриваемом приказе и привести обновленную таблицу классов энергетической эффективности зданий (а не только МКД), в части соответствия ее новой градации по п. 15.1 Правил в редакции ППРФ № 18 от 20.05 2017 г., для чего необходимо поменять пределы отклонений в таблице классов энергоэффективности в Приказе Минстроя РФ № 399 от 06.06.2016, на следующие: для класса нормального «D» от 0 до –20%, для класса повышенного «C» от –20 до –40%, для класса высокого «B» от –40 до –50%, для класса очень высокого «A+» от –50 до –60%, для класса очень высокого «A++» от –60 до –70%, для класса очень высокого «A+++» от –70% и ниже.

По результатам фактических измерений для МКД, подлежащих капитальному ремонту (построенных до 2000 года), следует расширить пределы отклонений низких классов, вернувшись к исходной таблице 3 СНиП 23-02-2003 с небольшим снижением, учитывающим прошедшие 15 лет: для класса пониженного «E» от +35 до 0, низкого «F» от +70 до +35, очень низкого «G» выше +70%. В противном случае, если оставлять уровень самого низкого класса выше +50% (как в Приказе № 399), то при указании, что капитальному ремонту подлежат все здания класса энергоэффективности «G», под него подпадут все здания, построенные до 2000 года. Надо ввести новое Приложение 5: Предлагаемая таблица классов энергетической эффективности зданий

И последнее. Из п. 3 Требований энергетической эффективности зданий проекта Приказа странным образом из перечня обязательных лиц, участвующих в строительном процессе, исчезли лица (организации), осуществляющие экспертизу проектной документации, предусмотренные ранее в п. 2 Правил установления требований энергетической эффективности зданий, утвержденных ППРФ № 18 от 25.01.2011 и № 603 от 20.05.2017: «…подлежат применению при проектировании, экспертизе, строительстве, вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации построенных, реконструированных или прошедших капитальный ремонт отапливаемых зданий…».

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

Утверждает класс энергетической эффективности построенного здания согласно ФЗ № 261 Госстройнадзор, а капитально отремонтированного — Госжилинспекция, но они сами расчеты не проверяют, а ориентируются на заключение экспертизы и подтверждение застройщиком этого заключения с использованием инструментально-расчетных методов при вводе здания в

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

0+

aqua THERM

MOSCOW

6–9 февраля 2018
Крокус Экспо | Москва
www.aquatherm-moscow.ru

Организаторы

Reed Exhibitions®

Developed by

Reed Exhibitions® Messe Wien

Специализированные разделы

WORLD OF WATER & SPA

AIRVent

Получите бесплатный электронный билет, указав промо-код

AVOKSZ

эксплуатацию в соответствии с п. 15 настоящего приказа.

При этом следует пересмотреть устаревшие ограничения на проведение экспертизы проектной документации, продекларированные в Градостроительном кодексе РФ в статье 49, параграф 2, и повторенные в Постановлении Правительства РФ № 145 от 05.03.2007 г. «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации». В этих документах утверждается, что государственной экспертизе не подлежит проектная документация отдельно стоящих или сблокированных до 10 блоков жилых домов с количеством этажей не более 3, многоквартирных домов с количеством этажей не более 3 и состоящих из не более чем 4 блок-секций, объектов общественного назначения с количеством этажей не более 2, общая площадь которых составляет не более 1500 м^2.

Что, эти дома не надо отапливать и к ним не относятся требования энергосбережения? Неужели исполнительные органы не научили примеры строительства на 6 сотках, выделенных для индивидуального строительства, не подлежащего экспертизе, многоэтажных многоквартирных домов?

Далее, в части 3 статьи 49 установлено, что экспертиза проектной документации не проводится в отношении документации объектов капитального строительства, получившей положительное заключение экспертизы, применяемой повторно, но для оценки энергетической эффективности это неправильно. Современные дома типовых серий типовые только по принятой конструкции оболочки здания, они различны по этажности, количеству и типу секций (рядовая, торцевая, угловая) и набору квартир (3 или 4 на этаже), а поэтому удельные расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию для разных домов одной и той же типовой серии будут различны, и энергетические паспорта тоже будут разные. В экспертизу следует представлять энергетический паспорт каждого привязываемого по типовому проекту жилого дома, а вместе с ним и раздел проекта «Отопление и вентиляция» с расчетами требуемого температурного графика подачи теплоты на отопление в зависимости от установленного запаса поверхности нагрева отопительных приборов, а также проект автоматизированного теплового пункта.

Последнее важно для обеспечения расчетной экономии тепловой энергии от утепления здания при наличии запаса в поверхности нагрева отопительных приборов, что допускается существующими методиками расчета водяных систем отопления. По тем же причинам следует в экспертизу представлять также энергетический паспорт, раздел «Отопление и вентиляция» проекта каждого капитально ремонтируемого многоквартирного дома, в том числе привязываемого по типовому проекту, ранее согласованного с экспертизой.

Это требуется и по Постановлению Правительства Российской Федерации от 12 ноября 2016 года № 1159 «О критериях экономической эффективности проектной документации», в котором указывается:

«2. Установить, что проектная документация повторного использования, а также проектная документация, подготовленная в соответствии с частью 3 статьи 48.2 Градостроительного кодекса Российской Федерации, признаются экономически эффективной проектной документацией при условии их соответствия следующим критериям:

б) объект капитального строительства, предусмотренный в проектной документации, имеет подтвержденный заключением государственной экспертизы класс энергетической эффективности не ниже класса “С”».

Из приведенного следует, что в текст приказа следует внести указание, что до утверждения класса энергоэффективности государственным строительным надзором в проектной документации на новое строительство, повторного применения и на капремонт должен указываться ожидаемый класс энергоэффективности, и он должен быть подтвержден экспертизой.

Итак, нарушения, допущенные в тексте проекта Приказа Минстроя России в отношении положений Постановления Правительства РФ № 18 от 25.01.2011 г., во исполнение которого этот приказ создавался; противоречия в разделении нормирования удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию на этапах проектирования и при эксплуатации; введение неправильной терминологии и таблиц базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, исключенных из СП 50.13330.2012 как обязательные по Постановлению Правительства РФ от 26 декабря 2014 года № 1521; отсутствие в проекте Приказа требований повышения теплозащиты наружных ограждений зданий, которые должны сопровождать продекларированное повышение их энергетической эффективности, как принято нормами стран Европейского союза и Северной Америки; включение в части обеспечения выполнения первоочередных требований энергетической эффективности словосочетаний «при условии технической возможности», предоставляющих возможность не выполнять эти требования; намеренное исключение из перечня обязательных лиц, участвующих в строительном процессе, лиц (организаций), осуществляющих экспертизу проектной документации, *предусмотренных ППРФ № 18 и № 1159*, **ставят под сомнение реализацию намерений повышения энергоэффективности зданий по этому приказу, и его выполнение отбросит нашу страну в прошлый век**.

Для обеспечения провозглашенного в изменениях от 20.05.2017 к Постановлению Правительства РФ от 25 января 2011 года № 18 повышения энергетической эффективности строящихся и капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий следует пересмотреть приказы Минстроя России о требованиях энергетической эффективности зданий и классах их энергоэффективности, а также № 98/пр от 15.02.2017 г. в части энергосберегающих мероприятий при капремонте МКД [обоснование в 5]. Необходимо не только исключить из СП 50.13330.2012 раздел 10 «Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий» вместе с Приложением Г «Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий», Приложением Д «Форма для заполнения энергетического паспорта здания» и Приложением П «Пример составления раздела энергоэффективность проекта жилого дома», но и поручить этим приказом либо другим официальным документом **разработать отдельный нормативно-технический документ «Свод правил Энергетическая эффективность зданий. Требования и определение показателей». Область действия СП 50.13330 следует ограничить тепловой защитой, т. е. наружной оболочкой зданий.**

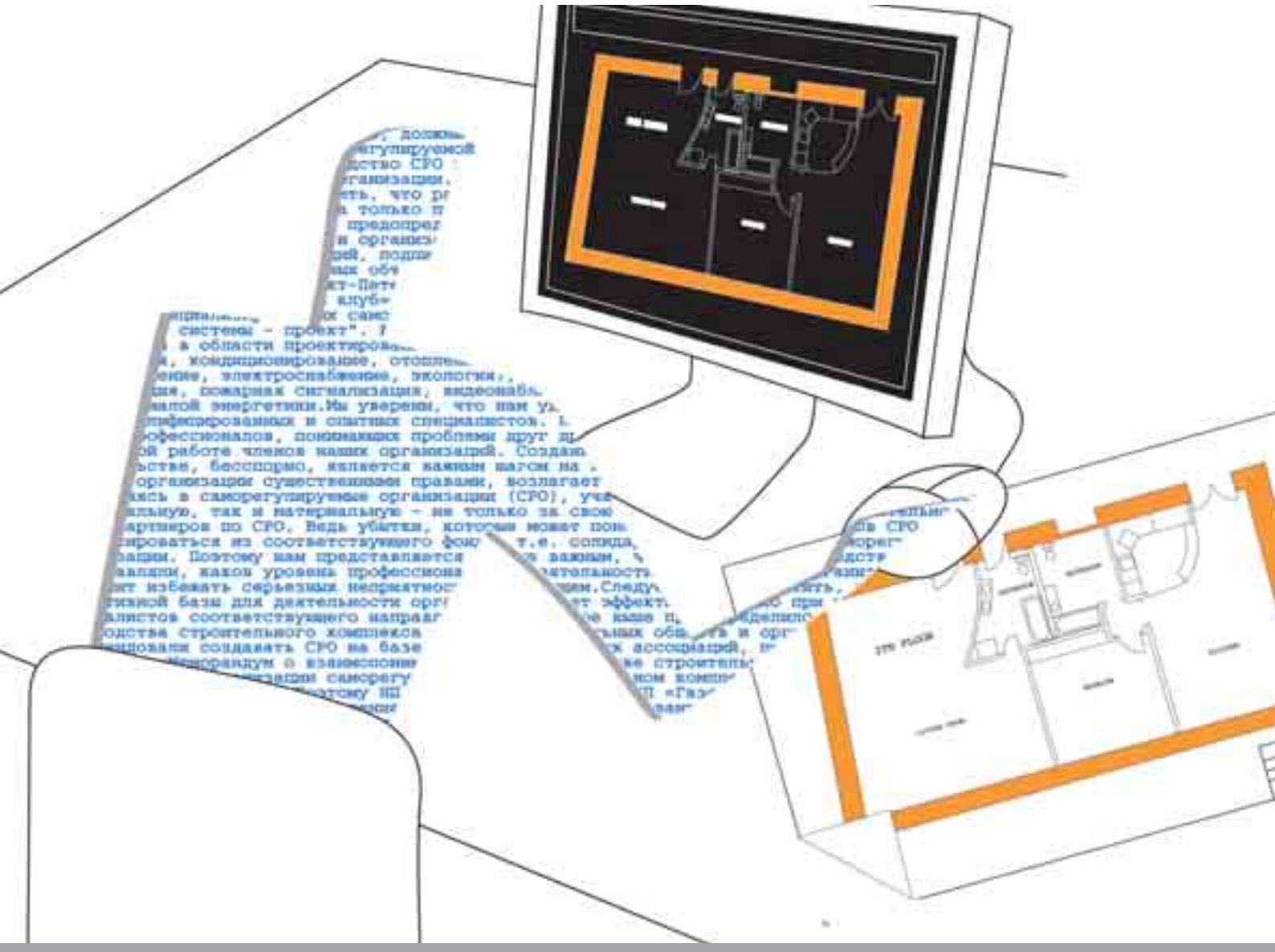
Лучшим исполнителем Свода правил, или по-современному ГОСТа «Энергетическая эффективность зданий...», мог бы стать НП «АВОК», имеющий большой опыт разработки стандартов в этой области: «Руководство по расчету теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий» АВОК-8-2005-2011, «Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания» СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011, «Руководство по расчету теплопотерь помещений и тепловых нагрузок на систему отопления жилых и общественных зданий» Р НП «АВОК» 2.3-2012, «Требования к содержанию и

Ассоциация проектировщиков
«Саморегулируемая организация «Инженерные системы — проект»

№ СРО-П-136-16022010

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

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



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

расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания» СТО НОП 2.1-2014, «Рекомендации по повышению энергетической эффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха» СТО НП «АВОК» 2.2.4-2015.

Послесловие

Даже не вникая в противоречия и недостатки настоящей редакции столь актуального приказа, заместитель министра Минстроя России своим письмом от 27.07.2017 № 8730-ВН/08 отвергает проект приказа во исполнение требований ППРФ от 25.01.2011 № 18 в редакции от 20 мая 2017 года об уменьшение показателей, характеризующих годовые удельные расходы энергетических ресурсов в строящихся зданиях с 1 января 2018 года не менее чем на 20% по отношению к базовому уровню 2003 года. Свою позицию он обосновывает тем, что «в настоящее время также ведется работа в части определения характеристик строительных материалов, изделий и конструкций с учетом жизненного цикла…», и предлагает продолжить разработку указанного проекта Приказа и согласовать его с «Планом мероприятий по внедрению оценки экономической эффективности обоснования инвестиций и технологий информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства» (далее — План мероприятий), по которому в настоящее время проводится работа в части определения характеристик строительных материалов, изделий и конструкций.

В этой связи, во-первых, непонятно, на каком основании работа по утверждению требований энергетической эффективности, предъявляемых к зданиям, должна быть согласована с требованиями, которые предъявляются к строительным материалам, изделиям и конструкциям? Во-вторых, неясно, на каком основании требования энергетической эффективности должны быть согласованы с каким-то новым Планом, работа над которым продолжается («ведется» в терминах письма замминистра)? Проект Приказа «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий» разрабатывается для соответствия требованиям Федерального закона № 261-ФЗ и ППРФ от 25.01.2011 № 18, и никаким иным требованиям он соответствовать не должен. Более того, упоминаемый в письме замминистра План мероприятий, как и нормативные требования СП 50.13330, должен соответствовать требованиям федерального законодательства в области энергосбережения, в том числе представленным на утверждение в проекте Приказа, а не наоборот. Таким образом, в своем письме замминистра ставит все «с ног на голову».

В следующем абзаце письма раскрывается причина, по которой предлагается отменить проект Приказа и продолжить его разработку: «Согласно п. 11 части 2 проекта приказа для зданий с 01.01.2018 г. и далее через 5 лет предусматривается сокращение потребления энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию зданий на 20%, еще на 20% и еще на 10% соответственно… В проекте приказа зафиксированы необоснованные базовые уровни удельного годового расхода энергетических ресурсов и шаг их понижения в дальнейшем. Это важнейшие показатели для всей строительной отрасли, и они должны назначаться обоснованно и публично».

Во-первых, сокращение потребления энергетических ресурсов предусмотрено не приказом Минстроя, а Постановлением Правительства РФ № 603 от 20 мая 2017 г., вероятно, после всестороннего анализа сложившейся ситуации по значительному отставанию в области энергоэффективности зданий в нашей стране, а не только в «части определения характеристик строительных материалов». Во-вторых, «базовые уровни удельного годового расхода энергетических ресурсов» были обозначены еще в СНиП 23-02-2003 и подтверждены последующим 14-летним российским опытом строительства новых зданий и выполнения комплексного капитального ремонта МКД в Москве в период 2007–10 гг., о чем сказано в данной статье.

В-третьих, как опять же показано в статье, в Москве к 2011 году уже достигнуто 25%-ное снижение удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов как индивидуального строительства с применением обычных утеплителей, так и типового крупнопанельного домостроения — все ДСК Москвы доложили [2], что «в результате модернизации производственной базы индустриального домостроения достигнуто производство трехслойных панелей наружных стен с повышенными теплотехническими показателями — приведенным сопротивлением теплопередаче наружных стен более 3,5 $м^2 \cdot °С/Вт$».

Таким образом, мы видим категорическое препятствие руководства Департамента градостроительной деятельности и архитектуры Минстроя России и НИИСФ РААСН, на который есть ссылка в письме, реализовывать Федеральный закон № 261 и Постановление Правительства РФ № 18 о повышении энергетической эффективности зданий. Причем в своем обосновании в этой части в письме приводится ссылка на СП 50.13330.2012, включенный в утвержденный по Постановлению Правительства Российской Федерации № 1521 Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Но по этому постановлению как раз раздел 10 СП 50 Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий был исключен из этого СП как обязательный из-за ошибок и несоответствия указаниям руководства страны в этой области.

Вывод

Сказанное подтверждает, что нет смысла перерабатывать приказ, который должен был быть утвержден более 6 лет назад, а надо срочно разработать новый ГОСТ «Энергетическая эффективность зданий», включающий изложенные в статье положения, чтобы вера у людей в принимаемые Правительством России решения по энергоэффективности зданий не угасла окончательно **и чтобы Постановление Правительства России № 603 от 20 мая 2017 года о повышении энергетической эффективности зданий на 20% с 1 января 2018 года опять не было бы не выполнено!**

Литература

1. Горшков А. С., Ливчак В. И. История, эволюция и развитие нормативных требований к ограждающим конструкциям. «Строительство уникальных зданий и сооружений» № 3 (30) — 2015 г.

2. Табунщиков Ю. А., Ливчак В. И. Первые итоги реализации программы повышения энергетической эффективности зданий в Москве. «Энергосбережение» № 7 —2011 г.

3. Ливчак В. И. Почему СП 50-13330-2012 «Тепловая защита зданий» приводит к снижению энергоэффективности зданий и как выполнить Постановление Правительства России об их повышении. «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 3 — 2013 г.

4. Ливчак В. И. Выбор приоритета в авторегулировании теплоотдачи систем отопления жилых зданий. «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 1 — 2016 г.

5. Ливчак В. И. Энергетическая эффективность энергосберегающих мероприятий при выполнении капитального ремонта многоквартирных домов. «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 2 — 2017 г.

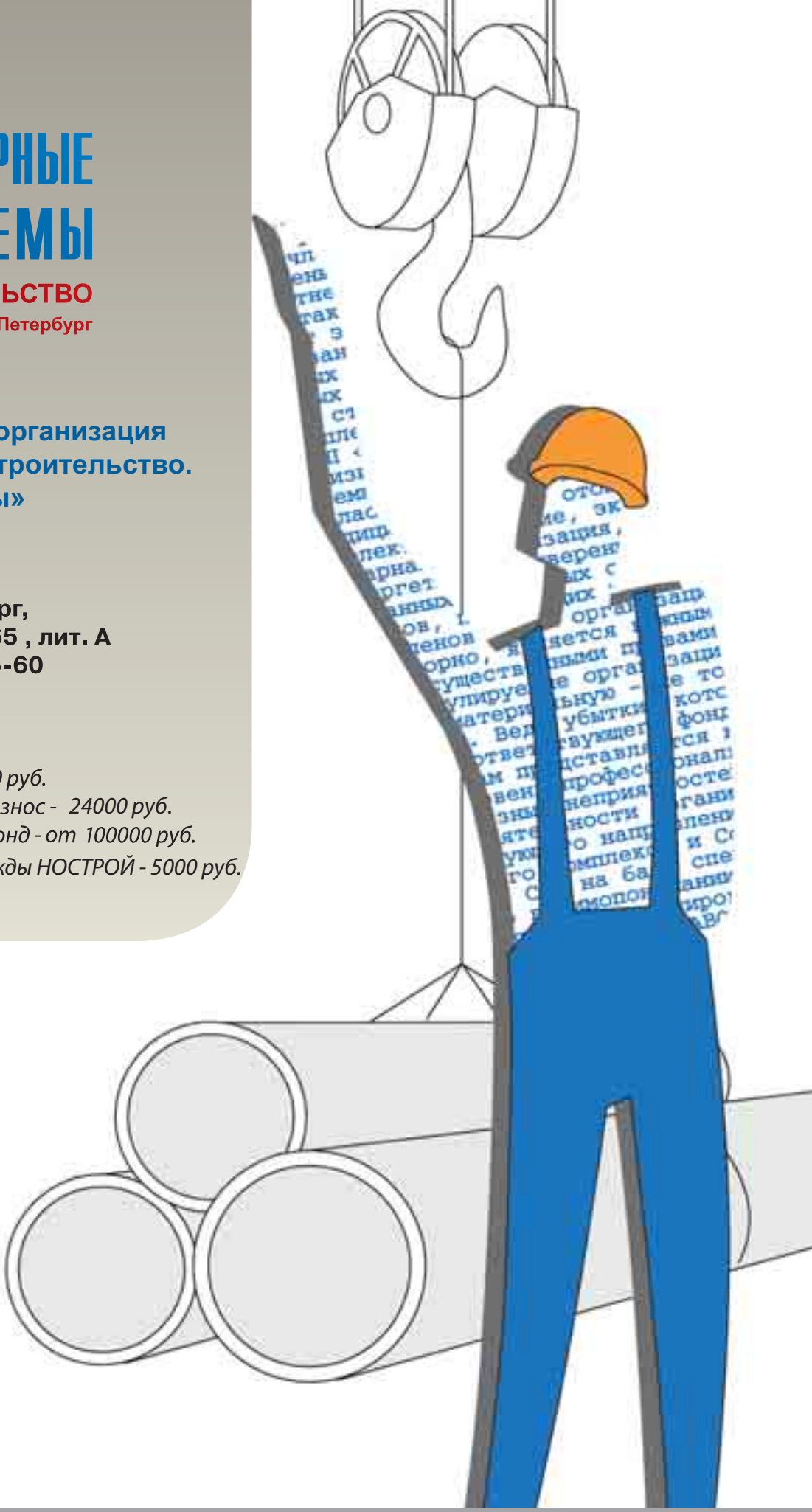
ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ
СТРОИТЕЛЬСТВО
Санкт-Петербург

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

№ СРО-С-200-16022010

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

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



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

Повышение энергоэффективности инженерного оборудования крупных торгово-производственных центров на примере гипермаркетов сети «Глобус»

А. Н. Гаврилов, инженер ОВ и ВК ООО «ГИПЕРГЛОБУС»
А. С. Стронгин, генеральный директор ООО «НПФ КОМТЭРМ»

Характерной тенденцией в отечественной и мировой практике стало строительство комплексных торговых центров, имеющих в своем составе не только торговые залы, но и собственное производство, складские и развлекательные зоны. Подобные комплексы являются крупными потребителями энергоресурсов, что требует постоянного контроля энергоэффективности инженерного оборудования здания как на стадии проектирования и строительства, так и в процессе эксплуатации.

Антон Никитич Гаврилов

Примером рассматриваемых комплексов являются гипермаркеты торговой сети «Глобус», располагающие торговыми залами, отделами собственного производства: мясным цехом, рыбным рядом, кулинарией, пекарней, собственным рестораном и фуд-кортом, складской инфраструктурой, офисными помещениями и пр.

Здание гипермаркета имеет, как правило, общую площадь около 30 000 кв. м, включая торговые площади около 11 000 кв. м (рис. 1, 2, 3). Тепловая мощность собственной котельной составляет до 6 МВт, холодильная мощность систем комфортного кондиционирования — 2,4 МВт.

Распределение тепловой нагрузки по потребителям приведено в таблице 1 и показано на диаграмме (рис. 4). Наиболее существенным является потребление тепла в системах вентиляции (67%) и горячего водоснабжения (16%).

В таблице 2 и на диаграммах (рис. 5 и рис. 6) показано распределение электрической нагрузки по потребителям в холодный и теплый периоды года. В теплый период года системы обеспечения микроклимата помещений (вентиляция и

Рис. 1. Общий вид гипермаркета

Андрей Семенович Стронгин

Рис. 2. Кассовая линия

холодоснабжение) составляют почти четверть общего электропотребления здания.

Снижение энергопотребления гипермаркетов является долговременной стратегией компании «ГИПЕРГЛОБУС». При выборе мероприятий по повышению энергоэффективности инженерного оборудования инженеры компании учитывают вклад данного оборудования в общую структуру энергопотребления, а также приемлемую экономическую эффективность. В качестве критериев экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия рассматриваются бездисконтные и дисконтированные сроки окупаемости T_0 и $T_д$, чистый дисконтированный доход ЧДД, индекс доходности ИД.

В настоящее время применены следующие мероприятия по повышению энергоэффективности инженерных систем:

1. Рекуперация тепла в системах общеобменной вентиляции. Используются высокоэффективные рекуператоры с показателем возврата тепла до 80%. Бездисконтный срок окупаемости 1,5–2,5 года, дисконтированный — 2–3 года.

2. Регулирование расхода вентиляционного воздуха в торговом зале по датчикам углекислого газа (адаптивная вентиляция). Учитывается фактическая эксплуатационная наполняемость помещений. Экономия энергоресурсов достигается за счет регулирования степени рециркуляции в смесительной камере и снижения потребления тепловой энергии и холода для обработки меньшего количества наружного воздуха. В часы с небольшой заполняемостью магазина покупателями весь вытяжной воздух общеобменной вентиляции торгового зала возвращается обратно в помещение и смешивается с наружным воздухом, необходимым на компенсацию дисбаланса. Таким образом, количество наружного воздуха, подаваемого в торговые залы, может быть уменьшено до 40% от максимального. В часы максимального наполнения гипермаркета покупателями степень рециркуляции может уменьшаться до 0.

3. Применение холодильного оборудования высокого класса энергоэффективности. Применяются чиллеры класса А с воздушным охлаждением конденсатора. Холодильный коэффициент EER достигает величины 3.3, сезонный коэффициент ESEER — 4.8.

4. Повышение эффективности холодильного оборудования путем отказа от промежуточного контура (теплообменник гликоль-вода) с консервацией чиллеров на зиму. Исключение эксплуатации промежуточного контура с пропиленгликолем позволило снизить потребление электроэнергии в системе холодоснабжения на 18% при незначительном увеличении расходов на техническое обслуживание системы.

5. Рекуперация тепла от чиллера на нужды ГВС в теплый период года. Используются опции полной (470 квт — 1 контур) или частичной (160 квт) рекуперации тепла. Энергоэффективность чиллера при одновременной выработке холода и тепла оценивается величи-

Рис. 3. Фасад здания

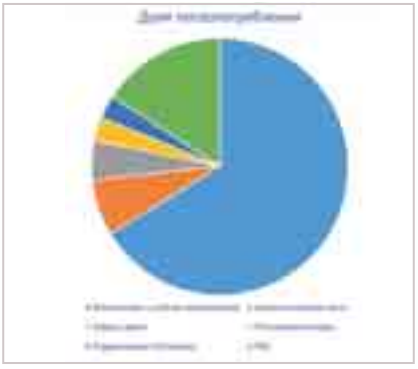


Рис. 4. Доля теплопотребления

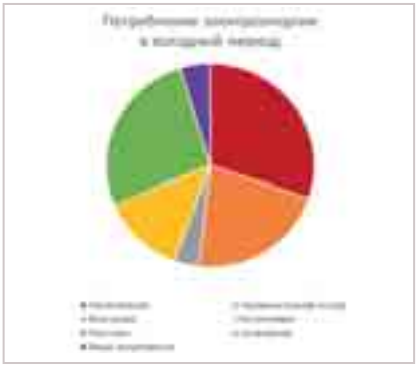


Рис. 5. Потребление электроэнергии в холодный период

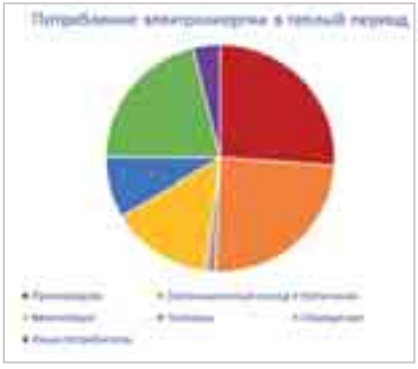


Рис. 6. Потребление электроэнергии в теплый период

Таблица 1.

Распределение тепловой нагрузки по потребителям тепла гипермаркета

Потребители тепла	
Вентиляция с учетом рекуперации	67%
Завесы входных групп	7%
Завесы рамп	5%
Тепловентиляторы	3%
Радиаторное отопление	3%
ГВС	16%

ной полного коэффициента энергоэффективности TEER, величина которого должна быть не менее 3,8. Данное мероприятие позволило снизить потребление тепла на ГВС в теплый период года на 15–20%. Срок окупаемости инвестиций при непрерывном дисконтировании доходов составляет 1,3 и 0,4 года соответственно для чиллеров с полной и частичной рекуперацией, индекс доходности — 6,8 и 20. В то же время, в связи с недостаточной температурой воды, подаваемой на технологию, необходимо ее дополнительно подогревать до 65 °С в системе централизованного теплоснабжения.

6. Использование таймеров для снижения мощности или полного выключения части установок в нерабочее время.

7. Использование частотных преобразователей на двигателях вентиляционных установок, управляемых дистанционно, позволяет местной службе эксплуатации в каждом гипермаркете выполнить настройку системы вентиляции в ручном режиме конкретно под потребности своего объекта.

В качестве перспективных энергосберегающих мероприятий для проектируемых объектов выбраны следующие технические решения:

1. Расширение области применения систем адаптивной вентиляции (для офисов, отделов производства и ресторана).

2. Повышение эффективности утилизации тепла и холода в приточных установках путем использования адсорбционных роторных теплообменников.

3. Утилизация теплоты «грязных вентиляционных выбросов» от зонтов над технологическим оборудованием в кухне ресторана и пекарне. Предполагается использование высокоэффективных приточно-вытяжных зонтов с системой механической фильтрации (циклонные фильтры) и ультрафиолетовыми лампами для расщепления жировых отложений. Выполнены расчеты для системы вентиляции кухни ресторана, состоящей из 8 зонтов и 1 приточной системы. С учетом экономии средств на периодическую очистку воздуховодов ожидаемая величина Тд = 6 лет, ИД = 1,8.

4. Использование низкопотенциального тепла от грунтовых тепловых насосов для стаивания снега на прилегающей к зданию территории, в местах, недоступных для механизированной уборки.

5. Рекуперация сбросного тепла низкотемпературных технологических установок холодильных камер («промхолод») для системы ГВС. Как показывают расчеты, применение новых хладагентов (углекислый газ и др.) позволит в перспективе круглогодично обеспечить комплекс горячей водой требуемых параметров без централизованного теплоснабжения.

Выводы

Выявлена структура тепло- и электропотребления торгово-производственных комплексов, позволяющая прогнозировать оптимальные энергосберегающие мероприятия. Приведен перечень внедренных и перспективных технических решений, позволяющих повысить энергоэффективность инженерного оборудования гипермаркетов.

Таблица 2.

Распределение электрической нагрузки по потребителям в холодный и теплый периоды года

Потребитель	Период года	
	холодный, %	теплый, %
Производство	30	26
Промышленный холод	21	25
Котельная	4	1
Вентиляция	13	15
Чиллеры	0	9
Освещение	27	21
Иные потребители	5	4

FläktGroup

DENCO HAPPEL SEMCO WOODS DELBAG ILOXAIR

Уважаемые коллеги и партнеры!

В связи с глобальным слиянием двух компаний **DencoHappel** и **Fläkt Woods**, а также реструктуризацией Российского офиса представительства компании DencoHappel, все дальнейшие взаимодействия по технической поддержке, расчетам и поставке оборудования для систем вентиляции и кондиционирования воздуха производства DencoHappel на территории Российской Федерации будут осуществляться компанией **FläktGroup**, официально и эксклюзивно представленной ООО «Флект Индастриал & Билдинг Системз».

Александр Свердлов
Управляющий директор
FläktGroup Россия

ООО «Флект Индастриал & Билдинг Системз»
Вентиляционное оборудование
и системные решения «Чистые помещения»

info.ru@flaktgroup.com
www.flaktwoods.ru
www.dencohappel.ru

Москва
ул. Профсоюзная, 23
+7 495 589-31-08

Санкт-Петербург
Митрофаньевское ш., 2, БЦ Адмирал, офис 415
+7 812 438-27-01

+7 495 778 7559
www.gtcontrollers.com

GENERAL THERMO CONTROLLERS

Автоматика для Вашей вентиляции

- Современный дизайн пульта
- Цветной touchscreen дисплей
- Интуитивно понятное меню
- Встроенный датчик влажности
- Свободно конфигурируемый контроллер
- Алгоритмы для всех основных типов вентиляционных установок
- Удаленное управление (интернет, Wi-Fi)