

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

АВОК — СЕВЕРО-ЗАПАД

№ 3 | 2023 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Эффект Ранка.
Термодинамика и самоорганизация **СТР. 6**

Напольные газовые котлы BAXI SLIM —
легендарная надёжность **СТР. 30**

Компактные решения от Antarus
для систем холодного водоснабжения
с выгодой до 40% **СТР. 52**

BAXI Slim

baxi.ru

Напольные газовые котлы с чугунным теплообменником



Высокая эксплуатационная надёжность за счёт чугунного теплообменника



Устойчивая работа при понижении входного давления газа до 5 мбар



Диагностика и удалённый мониторинг котла системой удалённого управления BAXI Connect+



Одноконтурные модели чрезвычайно компактны (ширина всего 35 см)



← Узнать больше о BAXI Slim можно отсканировав QR-код

ЛЕГЕНДАРНАЯ НАДЁЖНОСТЬ



КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ
СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ
ОТОПЛЕНИЯ
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ
ИСКУССТВО
КОМФОРТА



ВОЗДУШНЫЕ ЗАВЕСЫ

ВОЗДУШНЫЕ ЗАВЕСЫ

Множество моделей

Увеличенная высота защищаемых проемов

Электрический и водяной нагрев



"Заслон"



"Классик"



"Мини"

"Щит"

"ЛУЧ"
мощность от 0,6 до 4 кВт

Улучшенные характеристики

Широкий модельный ряд

ТВВ "Гольфстрим"

МОДЕРНИЗАЦИЯ

ИНФРАКРАСНЫЕ ОБОГРЕВАТЕЛИ

Сертификат морского регистра судоходства РМРС

Степень защиты IP44

"ЛУЧ-Термо"
мощность 0,3 и 0,6 кВт

Серия ТЭВ

ИНФРАКРАСНЫЕ ОБОГРЕВАТЕЛИ

Узлы обвязки для завес, тепловентиляторов и изделий с водяными теплообменниками

NEW

ВДЛ



ДФР



ДФВ

Высота установки до 18 метров

Расход воздуха от 1450 до 5200 м³/ч

АЕСТРАТИФИКАТОРЫ

АЕСТРАТИФИКАТОРЫ



ТВВ "Гольфстрим"



Серия "Крепыш"

СКАЧАТЬ
КАТАЛОГ
В PDF



СКАЧАТЬ
КАТАЛОГ
В PDF



СЕРТИФИКАТ

о типовом одобрении РМРС
№ 20.00218.120 от 22.03.2023

По вопросам приобретения продукции Вы можете обратиться к официальному дистрибьютеру — компании «Арктика»: В Москве: +7 (495) 981-15-15 В Санкт-Петербурге: +7 (812) 441-35-30 www.arktika.ru, www.spb-arktika.ru

www.arktoscomfort.ru

реклама

Энерго Эффективность XXI ВЕК



16+

реклама

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ XXI ВЕК

АРХИТЕКТУРА

ИНЖЕНЕРИЯ

ЦИФРОВИЗАЦИЯ

ЭКОЛОГИЯ

16 НОЯБРЯ 2023

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, PARK INN ПРИБАЛТИЙСКАЯ

РЕГИСТРАЦИЯ НА КОНГРЕСС: <http://www.ee21.ru>

ОРГАНИЗАТОРЫ



ЛОГИКА®

НОПРИЗ

НОСТРОЙ
НАЦИОНАЛЬНОЕ
ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ



ГЕНЕРАЛЬНЫЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ПАРТНЕРЫ

СТРОИТЕЛЬНЫЙ


ASN.INFO.RU
Агентство строительных новостей

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ
ПАРТНЕР


СОК

В НОМЕРЕ:


6 **Ю. Н. Марр**
Эффект Ранка. Термодинамика и самоорганизация




14 **В. С. Казейкин, А. В. Кузнецов**
Разработка ГОСТ Р «Зеленые» стандарты. «Зеленое» индивидуальное жилищное строительство. Методика оценки и критерии проектирования и методики определения потенциала энергосбережения с присвоением классов энергоэффективности индивидуальным жилым домам




30 Напольные газовые котлы BAXI SLIM — легендарная надежность




32 **К. В. Богданов, Д. А. Мильков, А. К. Юдин, А. И. Тютюнников, А. С. Горшков**
Сравнительный анализ температурных графиков регулирования тепловой нагрузки




40 АО «Сафоновский завод «Теплоконтроль»: предприятие и продукция




42 **А. О. Крупенко, В. О. Гулевич**
Иловый осадок сточных вод. Обзор методик утилизации




46 **О. А. Продоус, П. П. Якубчик, С. С. Балашов**
Предельно допустимая толщина слоя внутренних отложений в металлических водопроводах для прекращения их дальнейшей эксплуатации




52 Компактные решения от Antarus для систем холодного водоснабжения с выгодой до 40%



54 **В. И. Ливчак**
Идеология теплотехнического расчета систем отопления зданий и ее воплощение в основном документе по их проектированию и эксплуатации



68 **М. Н. Торопов, А. С. Селиванов, И. Е. Перков, Л. А. Воронова**
Некоторые недостатки существующих способов водоподготовки и пути их преодоления



РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор — **ГРИМИТЛИН А. М.**, д. т. н., проф.
Зам. главного редактора — **ГРИМИТЛИНА М. А.**
Выпускающий редактор — **КОРНИКОВА О. Е.**
Дизайн, верстка — **КУЗНЕЦОВ В. А.**
Финансовая служба — **ПЕТРОВА Т. В.**
Отдел рекламы — **РЕДУТО С. Б.**
Отдел подписки и распространения — **КУЖАНОВА Е. С., КАМОЧКИНА О. Ю., МИШУКОВА А. Н.**
Корректор — **УМАРОВА А. Ф.**
Отдел PR — **ТУМАНЦЕВА Л. А.**

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

УЧРЕДИТЕЛИ:

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

ИЗДАТЕЛЬ: АС СЗ Центр АВОК

АДРЕС ИЗДАТЕЛЯ:

197342, Санкт-Петербург, Сердобольская ул., д. 65, литера «А».
Перепечатка статей и материалов из журнала «Инженерные системы» «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД» возможна только с разрешения редакции.
Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов.
За содержание рекламы ответственность несет рекламодатель.
Отпечатано в типографии «Принт-24».
Адрес типографии:
192102, Санкт-Петербург, ул. Самойловой, д. 5Б
Подписано в печать 30.08.2023, заказ № 439.
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+

ЦОК «АС СЗ Центр АВОК»
номер в реестре НАПК 78.007



НОК

Независимая оценка квалификации

для специалистов,
включенных в НРС
НОСТРОЙ и НОПРИЗ

■ работаем с 2015 года

■ гибко выстраиваем график экзаменов

■ организуем одновременную сдачу
экзаменов для 10 и более соискателей

Место проведения экзаменов

**Санкт-Петербург, Сердобольская ул.,
д. 65, лит. «А»**

+7 (812) 336-95-69

www.avoknw.ru / avoknw@avoknw.ru





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

Ассоциация СРО действует с 2009 года,
объединяя узкоспециализированные
проектные организации среднего
и малого бизнеса по всей России

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

Тел./факс: +7 (812) 336-95-69

Условия для вступления в СРО:

- Ежемесячный членский взнос: 8 000 руб.
- Взнос в компенсационный фонд: 50 000 руб.

Наши преимущества:

- 01 Полный компенсационный фонд на спецсчетах в проверенном банке
- 02 Всесторонняя поддержка компаний менеджерами СРО
- 03 Профессиональная ориентированность членов СРО – залог минимальных рисков по выплатам из компфондов

197342, Россия, Санкт-Петербург,
ул. Сердобольская, д. 65, лит. А, пом. 2Н

100+ TECHNO BUILD

X Международный
строительный форум
и выставка

forum-100.ru

3-6 октября 2023
Екатеринбург



стать экспонентом

18 720
посетителей

322
экспонента

688
спикеров

207
секций

21
страна

*показатели 2022 года

ЭФФЕКТ РАНКА. ТЕРМОДИНАМИКА И САМООРГАНИЗАЦИЯ

Ю. Н. Марр,

советник генерального директора АО «НПО «Тепломаш»



ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ МАРР
Кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
советник генерального
директора АО «НПО «Тепломаш»
по научно-техническим вопросам,
специалист в области теплообмена
и прикладной гидроаэродинамики.
В 1963 году окончил
энергомашиностроительный
факультет Ленинградского
политехнического института
имени М. И. Калинина.
В 1969 году защитил кандидатскую
диссертацию. С 1963 по 1990 год
работал в ЛенНИИХиммаше
на научных должностях.
С 1999 года работает
в АО «НПО «Тепломаш». Автор более
чем 60 научных трудов, в том
числе 2 книг и 26 изобретений.
Разработки Ю. Н. Марра последних
лет реализованы в продукции
АО «НПО «Тепломаш».

Термосепарация (эффект Ранка), несмотря на почти столетнюю историю исследований и использования в технике, до сих пор остается необычным и даже загадочным явлением газодинамики. В настоящей работе эффект Ранка рассмотрен в аспектах термодинамического цикла и самоорганизации. Показано, что термосепарация буквально пронизана процессами самоорганизации, которые лежат в основе внутреннего обратного термодинамического цикла, черпающего энергию для своего «привода» из экергии подаваемого сжатого газа.

1. Структура, которую принимает открытая система, — это способ ее существования, допускаемый заданной степенью неравновесности и условиями принуждения. У квазиравновесных систем способ существования опирается на физическую дискретность микроуровня материала с молекулярным переносом субстанций. Для них характерны монотонные зависимости параметров. Увеличение степени неравновесности до критической величины делает невозможным такой способ существования. Возникает неустойчивость монотонных структур, их разрушение и перестройка. Переход от одного способа существования к другому происходит самопроизвольно без внешних принуждений (кроме одного — неравновесности) и называется процессом самоорганизации.

Обменный процесс открытой системы с окружением (веществами и энергией) всегда стремится к равновесию, в нем происходит рассеяние свободной энергии. Согласно А. П. Руденко [1], в любом обменном процессе осуществляется трансформация этой энергии E на поток \tilde{Q} , затрачиваемый на внутреннюю полезную работу, направленную против равновесия, и поток Q бесполезно рассеиваемой энергии ($E = \tilde{Q} + Q$). В результате за счет свободной энергии обменного процесса, стремящегося к равновесию (энтропийного

процесса), совершается процесс, стремящийся к неравновесию (антиэнтропийный процесс), который и приводит к самоорганизации системы (к ее неравновесному упорядочению). Мерой самоорганизации является величина \tilde{Q} , или коэффициент полезного использования энергии

$$r = \tilde{Q}/E. \quad (1)$$

Как показано А. П. Руденко, в подходе эволюционного катализа (см. ссылки в [1]) «главным условием самоорганизации принимается неравновесность, причиной — полезная работа против равновесия, а движущей силой — часть свободной энергии обменного процесса E , используемая на внутреннюю полезную работу (\tilde{Q}) при максимальном рассеянии свободной энергии E обменного процесса... степень самоорганизации системы ... повышается в ходе эволюции, причем в самых высокоорганизованных системах

$$r \rightarrow 1; \tilde{Q} \rightarrow E; Q \rightarrow 0.$$

В открытых же системах с низкой самоорганизованностью

$$r \rightarrow 0; \tilde{Q} \rightarrow 0; Q \rightarrow E.$$

Другими словами, энтропийный процесс включает механизмы для реализации антиэнтропийного процесса. Применительно к жидким

и газообразным средам это утверждение было развито в [2] на основе идеи атрибутивности микрофлуктуаций атомно-молекулярного уровня.

Оценка эффективности самоорганизации вида (1) аналогична КПД цикла Карно

$$\eta_k = L_c/Q_1 = (T_1 - T_2) / T_2,$$

где использованы общепринятые в термодинамике обозначения. Цикл Карно является предельно идеализированной организованной моделью системы, в которой теплота равновесно отбирается от «горячего» источника и уходит в идеализированное равновесное «рассеяние», где часть ее трансформируется в полезную энергию, а остальное обязательно переходит к «холодному» стоку. Цель Карно состояла в установлении с помощью этого цикла пределов преобразования теплоты в работу в непрерывном круговом процессе. Если взглянуть на цикл Карно шире и вспомнить, что теплота — это хаотическое движение микроуровня материала, тогда как механическая работа (энергия) — это уже структура, порядок высшего уровня, то цикл Карно обретает смысл **фундаментальной модели допустимого и наиболее эффективного преобразования хаоса в порядок**.

2. Рассмотрим эффект термосепарации в аспекте термодинамики. Исходной составляющей является неравновесная газодинамическая система из двух разделенных полостей, наполненных газом разного давления, и сопла, позволяющего газу расширяться в полость низкого давления (вихревую трубу). Сопло закручивает поток, происходит его разделение на холодный, имеющий на выходе температуру ниже начальной, и горячий с температурой выше начальной. В отсутствие внешнего теплообмена полная начальная энтальпия сохраняется в сумме энтальпий холодного G_1 и горячего потоков G_2 . При небольших скоростях удаляемых потоков имеет место равенство

$$\mu \Delta T_{\text{охл}} = (1 - \mu) \Delta T_{\text{нагр}}, \quad (2)$$

где $\mu = G_1 / (G_1 + G_2)$ — массовая доля холодного потока, $\Delta T_{\text{охл}} = T_0 - T_x$, $\Delta T_{\text{нагр}} = T_r - T_0$.

Обсуждая «загадочность» эффекта Ранка, часто не принимают во внимание два обстоятельства. Во-первых, термосепарация не является бесплатной — воздух (газ), который подается в вихревую трубу, сжат компрессором, и на это потрачена энергия. Концевое охлаждение до температуры окружающей среды делает внутреннюю энергию сжатого воздуха, подаваемого в вихревую трубу, такой же, как у окружающего воздуха. Но разница в давлении — это запас эксергии рабочего тела. Во-вторых, если в теплоизолированной системе происходит разделение рабочего тела на две части с температурами ниже и выше температуры окружающей среды, то из самых общих соображений следует, что в системе совершен внутренний обратный цикл. Поскольку энергия для совершения этого цикла извне в вихревую трубу не вводится, то ее источником может быть только эксергия сжатого воздуха.

Покажем, как эффект термосепарации выглядит в виде замкнутого идеального термодинамического цикла в T-S-диаграмме (рис. 1). Сжатый до давления P_1 воздух при температуре T_0 (точка 1) подается в систему. В рассматриваемом идеальном цикле в разделении потока нет необходимости. Поток адиабатно расширяется в детандере по линии 1-2 до давления окружающей среды P_0 , после чего нагревается по изобаре 2-3, отбирая теплоту (площадь 2-3-7-10-2) от приемника холода. Достигнув температуры T_0 , воздух адиабатно сжимается в компрессоре 3-4 до давления $P_2 < P_1$, на что затрачивается вся энергия детандера, пропорциональная пл. 1-2-10-9-8-1. Далее воздух охлаждается по изобаре 4-5, отдавая приемнику теплоту, пропорциональную пл. 4-5-6-7-4 и равную работе компрессора (т. е. энергии детандера). Уже на этой стадии система демонстрирует терморазделение в исходном потоке без каких-либо внешних воздействий. Можно было бы здесь и закончить цикл, отправив поток из точки 5 дросселировать до давления P_0 . Однако точку 5 диаграммы нельзя считать завершающей, поскольку цикл остался незамкнутым и не получена информация о возможностях полного расширения потока (т. е. полном использовании исходной эксергии).

Воздухораздающие блоки для чистых помещений



НА СТРАЖЕ ВАШЕГО ЗДОРОВЬЯ



СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, ОТОПЛЕНИЯ
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

МОСКВА, УЛ. ТИМИРЯЗЕВСКАЯ, 1, СТР. 4.
ТЕЛ.: (495) 981 15 15, WWW.ARKTIKA.RU

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, УЛ. РАЗЪЕЗЖАЯ, 12, ОФ. 43
ТЕЛ.: (812) 441 35 30, WWW.SPB-ARKTIKA.RU

Продолжим адиабатное расширение в детандере 5-12, нагреем по изобаре 12-3, повысим давление компрессором 3-13, используя энергию детандера при расширении 5-12, охладим по линии 13-14 и т. д., пока процесс не сойдется в точке 3, соответствующей условиям окружающей среды. Для замыкания цикла от точки 3 воздух адиабатно сжимается компрессором 3-11 до давления P_1 и охлаждается по 11-1 до температуры T_0 .

Рабочее тело системы, совершив каскад равновесных обратимых процессов (разомкнутых витков сходящейся каскадной спирали), вернулось в исходную точку 1 — цикл замкнут, термосепарация налицо. Особенность цикла состоит в том, что последовательное протекание рабочего тела через каскад витков спирали требует соответствующего каскада холодоприемников со своими охлаждаемыми теплоносителями. Помимо контактов рабочего тела с приемниками холода и теплоты, в этом цикле внешние воздействия — только повышение давления 3-11 с затратой энергии, пропорциональной пл. 3-11-1-2-10-7-3, и охлаждение по 11-1 с отводом теплоты, равной энергии компрессора (пл. 3-11-1-2-10-7-3). Все остальные процессы расширения и повышения давления — внутренние составляющие системы, относящиеся к совершению сходящегося в точку каскадного обратного цикла. От каскада к каскаду расходуется энергия детандера 1-2.

Если задана степень повышения давления $\pi_1 = P_1/P_0$, то легко рассчитать параметры всего каскада циклов, помня о том, что работа компрессора данного каскада равна работе детандера предыдущего каскада, холодопроизводительность данного каскада равна работе детандера данного каскада, а работа цикла данного каскада равна работе компрессора данного каскада (или энергии детандера предыдущего каскада). Расчетные выражения имеют вид: степень повышения давления i -того каскада

$$\pi_i^\sigma = [i\pi_1^\sigma - (i - 1)] / [(i - 1)\pi_1^\sigma - (i - 2)], \quad (3)$$

холодильный коэффициент i -того каскада

$$\varepsilon_i = [(i - 1)(\pi_1^\sigma - 1) + 1] / [(i\pi_1^\sigma - 1) + 1], \quad (4)$$

холодопроизводительность i -того каскада

$$\dot{Q}_i = [i + 1 / (\pi_1^\sigma - 1)], \quad (5)$$

наименьшая температура i -того каскада

$$T_{xi} = T_0 [(i - 1)\pi_1^\sigma - (i - 2)] / [i\pi_1^\sigma - (i - 1)], \quad (6)$$

где $\sigma = \kappa / (\kappa - 1)$. По выражениям (3) и (6) легко убедиться, что условие (2) в данной схеме выдерживается для каждого каскада.

В табл. 1 для иллюстрации представлены результаты оценок по выражениям (3) и (4) для первых трех каскадов. Понятно, что холодильный коэффициент термосепарации значительно меньше, чем у обычного обратного цикла, а при устремлении процесса к точке 3 на рис. 1 степень повышения давления и холодильный коэффициент устремляются к 1.

Таблица 1. Параметры каскада циклов термосепарации по рис. 1

π_1	2	3
π_2	1,78	2,71
π_3	1,63	2,18
ε_1	0,82	0,67
ε_2	0,85	0,75
ε_3	0,87	0,80
ε_{10}	0,93	0,92

Таким образом, с позиций термодинамики в эффекте термосепарации нет ничего удивительного. Как охлаждение приемников

холода рабочим телом, так и нагревание рабочим телом внешних теплоносителей совершается в идеальной системе без диссипации энергии расширения. Речь может идти лишь о привнесенной в идеализированную систему организации в виде набора детандеров, компрессоров и теплообменников. Принципиально можно было бы избавить систему от детандеров и компрессоров и превратить ее в чисто динамический цикл, когда кинетическая энергия расширения в сопле целиком расходуется на повышение давления в другом сопле. Во-первых, это не избавляет систему от теплообменников. И во-вторых, с переходом к динамической системе возникла бы необходимость учета затрат кинетической энергии в теплообменниках на преодоление тепловых сопротивлений при нагревании высокоскоростных потоков [3].

Можно иначе организовать цикл на рис. 1. В точке 3 выпустить часть расхода при давлении и температуре окружающей среды, оставив для продолжения процесса столько, на сколько хватило бы энергии детандера 1-2 для сжатия по линии 3-11. Далее охлаждение по 11-1 и расширение в другом детандере по 1-2, нагревание 2-3 и снова выпуск части расхода. Таким образом, цикл 1-2-3-11 неизменно воспроизводился бы, но на уменьшающемся до нуля расходе.

Цикл по рис. 1 допускает преобразование к схеме по рис. 2, дающей приближенную аналогию с реальной вихревой трубой в плане вариации расхода

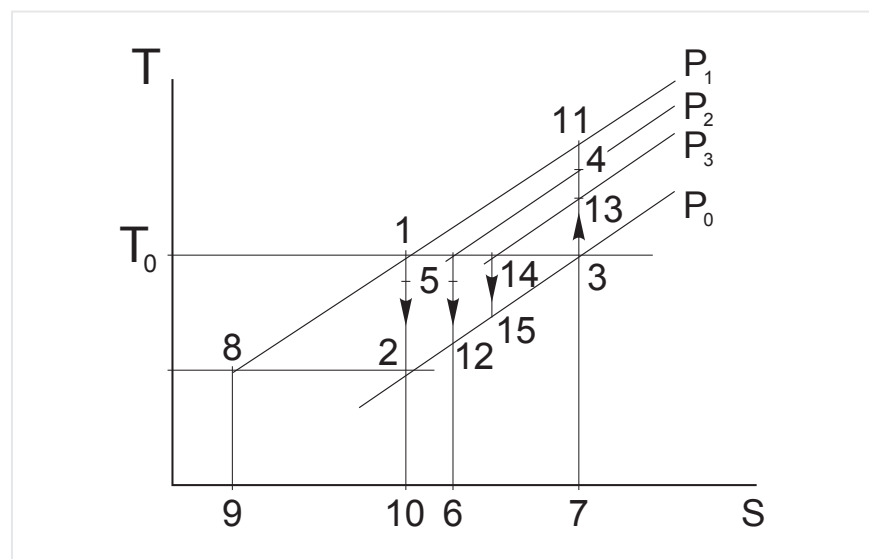


Рис. 1. Каскадно сходящийся цикл термосепарации в T-S-диаграмме

и температуры холодного теплоносителя. Расширение от P_1 до P_0 совершается, например, в три приема последовательно соединенными каскадными циклами 1-2-3-4-5-6-3, 3-7-8-9-10-11-8 и 8-12-13-14-15-16-13. При прохождении последовательно по всем циклам рабочего тела с расходом G холодопроизводительность, пропорциональная площадям под линиями 2-3, 7-8 и 12-13, передается потоку приемника холода с расходом $3G$ (здесь мы не учитываем каскадного характера каждого из последовательно подключенных циклов). Понижение температуры в схеме рис. 2 значительно меньше, чем на рис. 1, однако холодопроизводительность выше.

3. Переходя к структуре закрученного в вихревой трубе потока, коснемся близкого к теме объекта — закрученных струй. При относительно небольшой разности давлений закрутка потока в сопле будет носить монотонный характер по всему сечению струи. Однако при некотором превышении степени закрутки (усилении неравновесности) в сопле возникнет квазиразрыв непрерывности вращающегося потока и в струе сформируется дискретная структура — рециркуляционная зона. Вдоль ее оси образуется область пониженного давления с возвратным течением. Поперечный размер циркуляционной зоны чуть меньше диаметра сопла, длина около четырех диаметров [4]. Из-за этого обтекающая зону вращающаяся струя фактически превращается в кольцевую.

Формирование такой квазидискретной структуры, как циркуляционная зона, есть первый этап самоорганизации — перехода закрученного потока к новому способу существования.

В [5] было показано, как такая структура может быть использована для создания дистанционного всасывания (факела всасывания) и его приложений. При опоре факела всасывания на стенку в нем возникает вихрь смерчевого типа. **Формирование концентрированного вихря есть второй этап самоорганизации посаженной на стенку закрученной струи.**

Аналогия, которая имеет место между струей дистанционного всасывания и закрученным в вихревой трубе потоком, ограничена тем, что в эффекте Ранка закрученный поток не контактирует с наружными массами, и поэтому в трубе развивается иная аэродинамика. В отличие от струи, в эффекте Ранка срабатываемая разность давлений 2–5 атмосфер, скорости велики, частота вращения может достигать 100 000 об/мин, числа Маха приближаются к 1, течение сжимаемое, движение ограничено стенкой трубы, приток массы извне отсутствует.

После расширения потока в сопле вихревой трубы происходит следующая цепочка преобразований. Прежде всего формируется структура закрученного потока, включающая первую стадию самоорганизации — формирование циркуляционной зоны с обратными токами. Граница зоны обратных токов располагается на относительном радиусе 0,7 вплоть

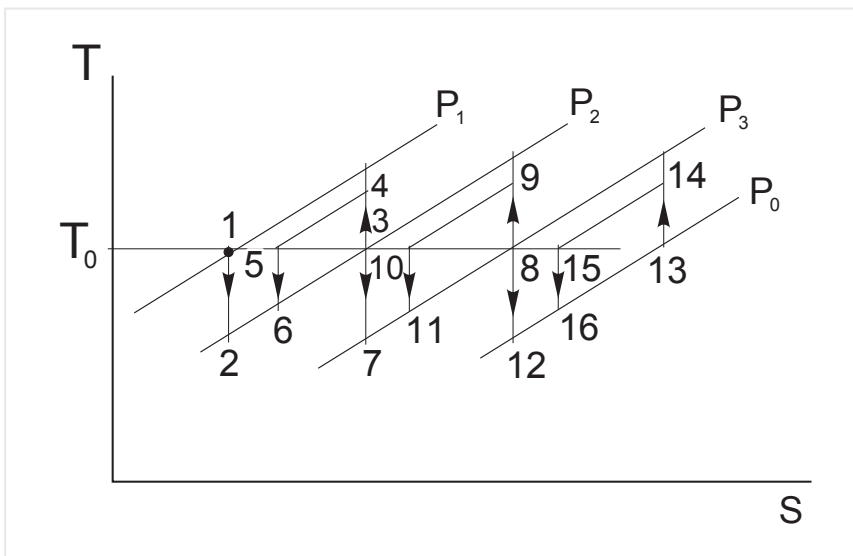


Рис. 2. Последовательно повторяющиеся каскады цикла термосепарации

Приводы POLAR BEAR для воздушных заслонок

Более 60 исполнений приводов POLAR BEAR доступны на складах компании «АРКТИКА».

Электрические приводы Polar Bear разработаны специально для использования с воздушными заслонками в системах вентиляции и кондиционирования.

Возможные исполнения и модификации приводов:

1. Электропитание 24 и 220 В.
2. Доступны для заказа приводы с моментами вращения 3, 4, 5, 8, 10, 15, 16, 24 и 32 Нм.
3. Двухпозиционное или пропорциональное [сигнал 0 (2)–10 В или 0 (4)–20 мА] управление.
4. Система Safety с возвратной пружиной, обеспечивающая при аварийном отключении напряжения полное закрытие воздушной заслонки для предотвращения размораживания водяных теплообменников.
5. Концевые переключатели для получения обратной связи.

Особенности:

- Благодаря малым размерам и продуманной компактной конструкции их можно устанавливать в ограниченном монтажном пространстве.
- Удобный фиксатор вала.
- Индикация положения.
- Выбор направления поворота.
- Возможность параллельного подключения приводов.
- Ограничение угла поворота.
- Не требуется обслуживание.

Получить более подробную информацию о приводах POLAR BEAR вы можете у наших специалистов: www.arktika.ru, www.spb-arktika.ru, +7 (495) 981-15-15, +7 (812) 441-35-30.



Завод «Арктос» представляет новое издание каталога воздухораспределителей и программу переподбора оборудования **ArktosOnly**

Новое, десятое по счету издание содержит в себе весь ассортимент вентиляционного оборудования, а также новые виды продукции и модернизированные изделия.

Каталог дополнен существенно расширенным перечнем изделий с термоприводами, обновленной методикой подбора ФБО и актуализированными характеристиками изделий.

Помимо этого, для улучшения удобства использования глобально переработана структура раздела «Воздухораздающие блоки для "чистых помещений"».

Еще одним новым событием стало расширение на один программный продукт линейки программного обеспечения от разработчиков завода «Арктос». Этим продуктом является **ArktosOnly** — это веб-приложение для переподбора иностранного оборудования на продукцию завода «Арктос» по государственной программе импортозамещения.

Для переподбора нужно сделать несколько простых шагов: **ввести** в поисковой строке приложения наименование или буквенное обозначение иностранного оборудования, затем программа предложит список вариантов для замены, далее **добавить** подходящий вариант в список подбора, его можно **сохранить** себе на компьютер и/или **направить запрос** на получение коммерческого предложения.

База данных **ArktosOnly** находится в режиме постоянного обновления новыми вариантами переподбора.

Доступ к приложению открыт для пользователей ПК, а в будущем будет открыт для работы с мобильных устройств.

Запустить приложение можно с главной страницы официального сайта завода либо по прямой ссылке: **arktosonly.ru**

По вопросам приобретения нашей продукции 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



до расстояния 10 диаметров трубы от холодного конца [6]. В используемых конструкциях вихревых труб циркуляционная зона на горячем конце обычно ограничена крестовиной для раскрутки потока. Поэтому, в отличие от факела всасывания закрученных струй, в вихревых трубах не образуется концентрированный вихрь.

Значительную часть циркуляционной зоны занимает вынужденный вихрь (вращение жидкости как твердого тела), на периферии он переходит в свободный вихрь. Взаимодействие этих вихрей по [6] фактически определяет аэродинамику вихревой трубы.

Согласно [6], интенсивно закрученное течение в вихревой трубе сильно турбулизовано. Возникает перенос турбулентными молями (вихрями) всех присутствующих в потоке субстанций, в том числе внутренней энергии. В поле постоянного давления и в отсутствие центробежных сил турбулентные пульсации полностью хаотичны, поэтому такой перенос способствует выравниванию неоднородных распределений субстанций (скоростей, энергий, температур). Однако при закрутке потока возникают причины для отклонения пульсационного движения от полностью хаотичного. При всем том, что турбулентные пульсации по-прежнему оказывают выравнивающее воздействие, можно говорить, что в хаосе намечается некоторая квазиорганизация (анизотропия).

Во-первых, во всем объеме действуют центробежные силы, что не может не оказывать общего влияния на движения турбулентных молей. Формируется до некоторой степени выделенное из хаоса направление пульсационного переноса субстанций — от центра к периферии. Во-вторых, согласно [7], если на одном и том же радиусе оказались два моля с положительной и отрицательной тангенциальными пульсациями, то действие центростремительного ускорения приведет к разбегу этих молей в противоположные стороны: более «быстрый» удалится от центра, а более «медленный» сдвинется к центру — возникнет центробежная сепарация частиц. В-третьих, нельзя исключить появления в интенсивно закрученном потоке спиральной турбулентности с формированием α -эффекта — обратного каскада энергии от малых масштабов вихрей к крупным с ростом масштабов

турбулентных пульсаций [8]. В-четвертых, радиальное перемещение молей в поле градиента давления сопровождается адиабатным сжатием с повышением температуры моля или расширением с понижением температуры. В периферийной области с более высоким давлением перегретые моли будут охлаждаться, отдавая теплоту, а в центральной части переохлажденные моли будут нагреваться, отбирая теплоту (такой перенос тепла по [6] возможен, если распределение температуры в поперечном сечении отличается от адиабатного, соответствующего распределению давления).

Порождение в потоке ускоренных и замедленных частиц, вызываемое естественными причинами, создает, по мнению автора [7], непрерывную подпитку холодного центра и нагретой периферии, чем и объясняется эффект терморазделения. Ставку на сепарацию ускоренных и замедленных частиц как на единственный и определяющий физический механизм энергоразделения в [7] нельзя признать корректной. Во-первых, область обратных токов рециркуляционной зоны с развитым вынужденным вихрем формируется не из мигрирующих в нее молей, а из масс нагретого периферийного потока, разворачивающихся по всей длине циркуляционной зоны и входящих в нее [6]. Мигрирующие туда же моли, понижая свою температуру, нагреваются и отбирают теплоту у обратных токов от поступающих со стороны периферии нагретых масс.

Можно подвести следующий итог сказанному. **При расширении потока в вихревой трубе происходит самоорганизация процессов в трех аспектах:**

- **формируется сложно устроенный интенсивно закрученный поток из периферийного свободного вихря и внутреннего вынужденного, имеющего более низкое давление, чем периферийный, и возвратное движение;**

- **интенсивные турбулентные пульсации этой структуры утрачивают полностью хаотический характер и приобретают черты организации, с одной стороны, в виде центробежной сепарации тангенциально ускоренных и замедленных частиц, с другой стороны, выделенное из хаоса направление пульсационного переноса субстанций — от центра к периферии;**

• *радиальные пульсации турбулентных молей в поле поперечного градиента давления осуществляют перенос теплоты от центрального охлаждаемого (холодного) потока к периферийному нагреваемому (горячему) потоку — совершается обратный цикл, формирующий в первоначально изотермической системе два источника тепла с температурой ниже и выше исходной температуры системы.*

Часть кинетической энергии потока полезно тратится на совершение молями обратного цикла. Остальная энергия диссипирует, переходя в тепло. Характерно, что, даже если бы холодные массы из центральной части не отводились и оставались в общем потоке, обратный цикл не прекращался бы, теплота переносилась от центральных масс к периферийным, и первые охлаждались бы, а вторые нагревались. Но отсутствие выхода холодных масс привело бы к интенсивному перемешиванию в рециркуляционной зоне и за ее пределами, а на выходе из дросселя поток имел бы температуру входа.

Таким образом, эффект термосепарации является блестящей иллюстрацией идеи А. П. Руденко о том, что за счет свободной энергии обменного процесса, стремящегося к равновесию, совершается процесс, стремящийся к неравновесию, который и приводит к самоорганизации системы, к ее неравновесному упорядочению, в данном случае к формированию разделенных горячего и холодного источников.

Остается добавить, что значительно более слабо выраженный эффект терморазделения в вихревой трубе наблюдался и на несжимаемой жидкости (на воде, см. в [7]). По [7], этот факт — прямое подтверждение развитого в [7] механизма центробежной сепарации разноскоренных частиц против гипотезы совершения турбулентными молями обратного цикла. Однако из понимания того, что эффект термосепарации опирается не на единственный механизм, а на комплексную многоуровневую самоорганизацию, неизбежно следует вывод о преимущественном действии того или иного механизма в зависимости от условий реализации эффекта.

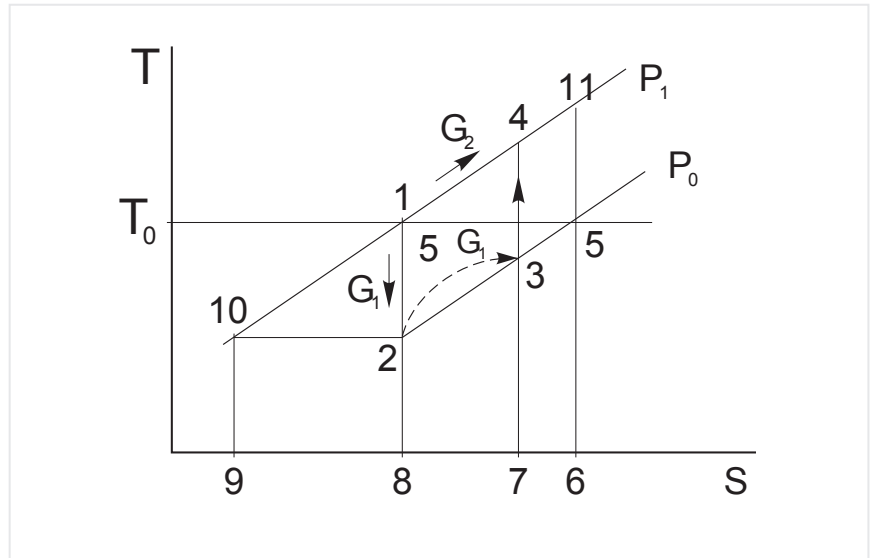


Рис. 3. Цикл термосепарации с диссипацией энергии и разделением потока

Имея в виду, что в процессе самоорганизации система выбрала такой способ существования, можно говорить о принципиальном качественном изменении характера финальной неравновесности. Так, в отличие от многих известных случаев, когда исходная гидродинамическая неравновесность системы в процессе самоорганизации оставалась в форме гидродинамических структур, эффект термосепарации переводит гидродинамическую неравновесность (избыточное давление) в тепловую форму (горячий и холодный источники).

4. Рассмотрим упрощенный модельный цикл термосепарации, схема которого представлена в T-S-диаграмме на рис. 3. Поток сжатого воздуха, поступающий в вихревую трубу, разделяется в точке 1 на два равных потока $G_1 = G_2$. Поток G_2 остается на изобаре P_1 , и в данной модели специально принято, во-первых, что его движение не приводит к диссипации и повышению температуры. А во-вторых, отсутствие расширения потока G_2 перед приходом в точку 1 и его движение с относительно небольшой скоростью позволяют не учитывать уменьшения его кинетической энергии, связанного с последующим нагреванием в обратном цикле [3].

Поток G_1 адиабатно расширяется в детандере до атмосферного давления P_0 . КПД детандера обозначим η_d . Часть энергии детандера $(1 - \eta_d)(T_1 - T_2)$ диссипирует, переходит в тепло

и перебрасывает точку 2 адиабатного расширения в точку 3 на изобаре P_0 (после расширения с диссипацией). В T-S-диаграмме нельзя изобразить неравновесные процессы, но можно отобразить точками равновесные состояния после завершения неравновесных процессов. Полезная часть энергии $\eta_d(T_1 - T_2)$ используется на «привод» обратного цикла 1-2-3-4-1, передающего теплоту от потока G_1 потоку G_2 . При этом поток G_1 охлаждается и становится холодным, поток G_2 нагревается и становится горячим. Полная энергия адиабатного расширения в детандере пропорциональна площади 1-2-8-9-10-1. Возьмем на себя ответственность условно интерпретировать в T-S-диаграмме некоторые важные для моделирования неравновесные ситуации. Так, площадь 2-5-6-8-2, равная площади 1-2-8-9-10-1, отражает теплоту, которая перешла бы к потоку G_1 при $\eta_d = 0$, т. е. при полной диссипации энергии расширения. При $\eta_d > 0$ лишь площадь 2-3-7-8-2 пропорциональна рассеянной энергии. Оставшаяся площадь 3-5-6-7-3 пропорциональна энергии, расходуемой на работу обратного цикла 1-2-3-4-1. Остается добавить, что условие (2) в данной схеме также выполняется.

Опираясь на сделанные пояснения, запишем основные расчетные выражения. Холодильный коэффициент обратного цикла равен

$$\varepsilon_x = \frac{(T_3 - T_2) / \eta_d (T_1 - T_2)}{= (1 - \eta_d) / \eta_d} \quad (7)$$

Далее можно показать, что

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= (T_3 - T_2) / [(T_4 - T_1) - (T_3 - T_2)] = \\ &= [(T_4 - T_1)/(T_3 - T_2) - 1]^{-1} = \\ &= [T_1/T_2 - 1]^{-1} = [\pi_{\text{ц}}^{\sigma} - 1]^{-1}. \quad (8) \end{aligned}$$

Здесь использовано равенство

$$T_1/T_2 = T_4/T_3 = (P_1/P_0)^{\sigma} = \pi_{\text{ц}}^{\sigma},$$

где $\sigma = \kappa/(\kappa - 1)$.

Приравнявая (7) и (8), получим

$$\pi_{\text{ц}} = (1 - \eta_{\text{д}})^{-1/\sigma}. \quad (9)$$

Выражение (9) имеет важное значение: в рамках единого ограниченного источника энергии (расширения в детандере 1-2) для «привода» обратного цикла и диссипации степень расширения $\pi_{\text{ц}}$ не может быть произвольной величиной. Напротив, КПД расширения — независимый параметр и отражает моделируемую степень совершенства в организации процесса расширения, а также совершения обратного цикла.

Расширение части G_1 общего потока в детандере с диссипацией и течение потока G_2 без расширения и диссипации можно интерпретировать как аналог формирования закрученного течения, возникающего после истечения расширяющегося потока из тангенциально направленного к трубе сопла. Формируются потоки с двумя областями давления, которые обмениваются между собой пульсирующими турбулентными молями. Последние, непосредственно контактируя с потоками, совершают работу переноса теплоты диссипации от потока пониженного давления (G_1) к потоку повышенного давления (G_2). Работа такого обратного цикла требует подвода энергии, которая и черпается из недиссипированной части расширения. Холодный поток G_1 поступает из вихревой трубы в приемник холода, нагревается там до температуры T_0 и выходит в атмосферу. Горячий поток G_2 выходит через дроссель с давлением P_0 . Его теплота либо полезно используется, либо рассеивается в атмосфере. Цикл термосепарации замыкается повышением давления атмосферного воздуха с расходом ($G_1 + G_2$) до P_1 с последующим конечным охлаждением до T_0 и подачей его в вихревую трубу (точка 1).

Эффективность рассмотренного цикла, с учетом изначального адиабатного сжатия воздуха компрессором, а также с учетом (9), будет

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{эф}} &= (T_1 - T_2)/2(T_{11} - T_5) = 0,5/\pi_{\text{ц}}^{\sigma} = \\ &= 0,5(1 - \eta_{\text{д}}). \quad (10) \end{aligned}$$

Из (10) видно, что чем выше КПД детандера, т. е. чем лучше организовано расширение потока и формирование закрученной структуры, тем большая часть энергии передается на подпитку обратного цикла, но одновременно уменьшается теплота диссипации, которую в обратном цикле следует передать горячему потоку. Возникает дисбаланс между возрастающими энергетическими возможностями и убывающим количеством обрабатываемой субстанции (теплоты). Разрешение дисбаланса лежит в необходимости роста отношения давлений для реализации цикла. Последнее, в свою очередь, снижает эффективность модельного цикла термосепарации.

Важно отдавать себе отчет в том, что термодинамическое моделирование циклов исключает моделирование процессов самоорганизации. Здесь все организовано и определяется балансовыми соотношениями и действующими закономерностями. Поэтому нет противоречия здравому смыслу в (10), поскольку, настремление КПД детандера к нулю означает полную деструкцию потока, который должен был бы обеспечивать самоорганизацию внутреннего обратного цикла на турбулентных пульсациях. В рамках введенных закономерностей требуемое отношение давлений сводится к единице, т. е. к отсутствию предмета рассмотрения, поскольку меньше единицы $\pi_{\text{ц}}$ быть не может. Это и проявляется в равенстве $\varepsilon_{\text{эф}}$ своему наименьшему возможному значению 0,5.

В заключение заметим, что задание в рамках модели величины КПД расширения $\eta_{\text{д}}$ означает задание коэффициента полезного использования энергии в соответствии с выражением (1) и КПД эквивалентного цикла Карно при введении самоорганизации в термодинамический цикл термосепарации.

Таким образом, эффект термосепарации имеет в основных чертах ясное физическое объяснение. Термосепарацию можно представить в виде бездиссипативного замкнутого обратного термодинамического цикла (в различных вариантах), «приводом» которого служит запас эксергии подаваемого сжатого газа. Функционирование «привода» опирается на процессы

самоорганизации в интенсивно закрученном потоке. Самоорганизация проявляется в трех направлениях:

- формировании крупномасштабной диссипативной вихревой структуры в трубе с рециркуляционной зоной, обратным центральным течением и поперечным градиентом давления;
- отклонении характера турбулентных пульсаций от полностью хаотического и появлении выделенного радиального направления, а также, возможно, в локальном росте масштаба пульсаций;
- переносе турбулентными молями в поле градиента давления теплоты от охлаждаемых (холодных) масс к нагреваемым (горячим) массам — совершении обратных микроциклов.

Все вместе переводит гидродинамическую неравновесность в структуру с «горячим» и «холодным» источниками, имеющими температуру выше и ниже температуры окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руденко А. П. Самоорганизация и синергетика. Электронный ресурс Что такое синергетика? — Сайт С.П. Курдюмова «Синергетика» (spkurdyumov.ru), а также журнал «Сложные системы», 2013, № 2(7), с. 4–39.
2. Марр Ю. Н. Формирование структур в воздушных потоках технических устройств // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад. № 1. 2023. С. 2–7.
3. Зысин В. А. Техническая термодинамика потока. Издательство Ленинградского университета. 1977.
4. Теория турбулентных струй / Абрамович Г. Н., Гиршович Т. А., Крашенинников С. Ю., Секундов А. Н., Смирнова И. П. Изд. 2-е, перераб. и доп. / Под ред. Г. Н. Абрамовича. — М.: Наука. 1984. 720 с.
5. Марр Ю. Н. Дистанционное всасывание в технических приложениях // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад. № 1. 2022. С. 6–12.
6. Меркулов А. П. Вихревой эффект и его применение в технике. М.: Машиностроение. 1969, 184 с.
7. Гуцол А. Ф. Эффект Ранка // Успехи физических наук. 1997. Том 167, № 6. С. 665–687.
8. Гледзер Е. Б., Чхетиани О. Г. Обратный каскад энергии в развитой турбулентности при нарушении симметрии спиральных мод, Письма в ЖЭТФ, 2015, том 102, выпуск 7, с. 521–529.



СИБИРСКАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ НЕДЕЛЯ

SIBERIAN BUILDING WEEK

13-16 ФЕВРАЛЯ 2024

XII МЕЖДУНАРОДНАЯ
СТРОИТЕЛЬНАЯ ВЫСТАВКА

ПЛАТФОРМЫ ВЫСТАВКИ

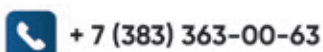


- ПРОМЫШLENНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
- ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
- ИНФРАСТРУКТУРНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

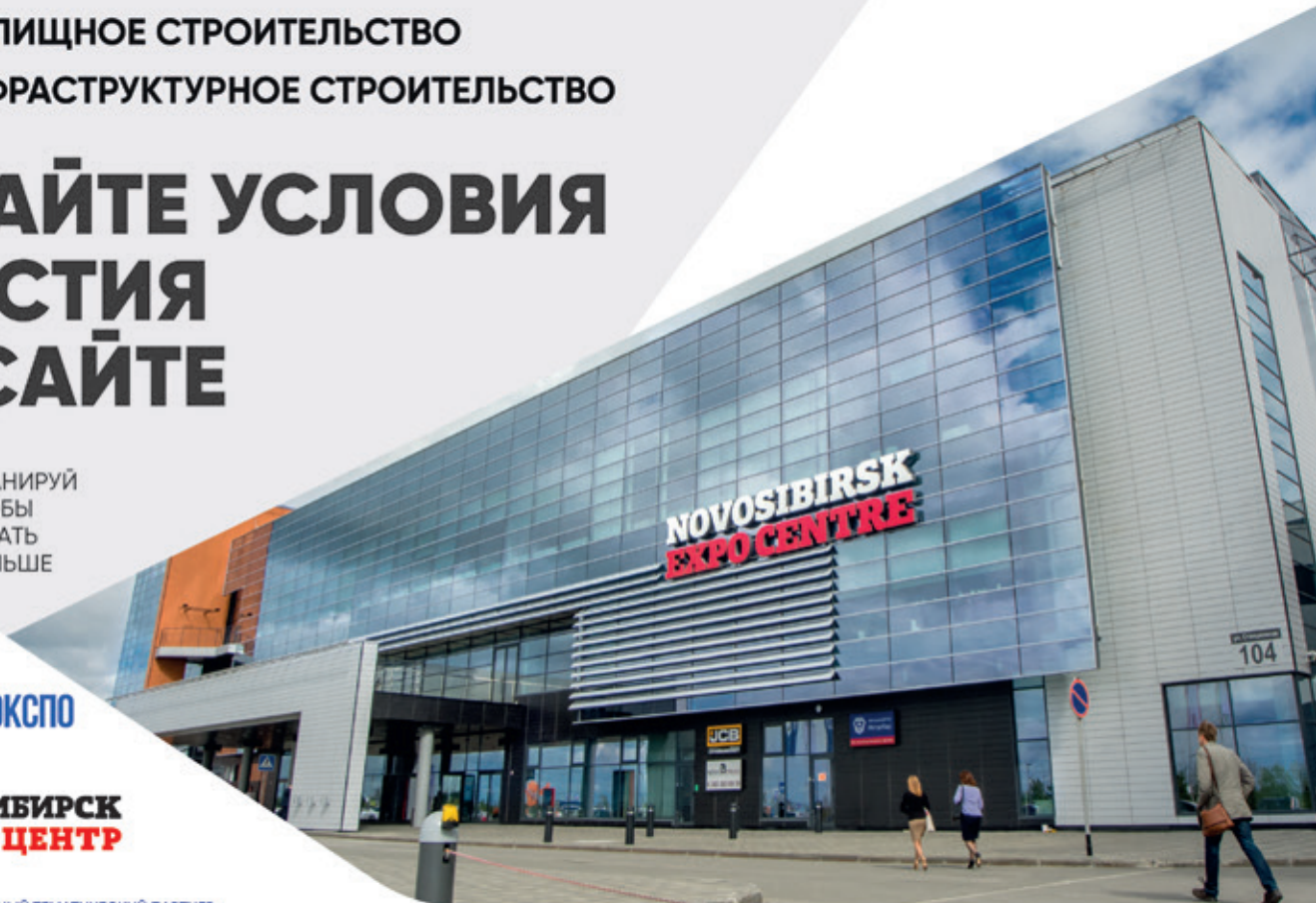
УЗНАЙТЕ УСЛОВИЯ УЧАСТИЯ НА САЙТЕ



СКАНИРУЙ
ЧТОБЫ
УЗНАТЬ
БОЛЬШЕ



18+



РАЗРАБОТКА ГОСТ Р «ЗЕЛЕННЫЕ» СТАНДАРТЫ. «ЗЕЛЕНОЕ» ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И КРИТЕРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ С ПРИСВОЕНИЕМ КЛАССОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ЖИЛЫМ ДОМАМ



ВАЛЕРИЙ СЕМЕНОВИЧ КАЗЕЙКИН

В. С. Казейкин, председатель секции по энергосбережению Экспертного совета Комитета по строительству и ЖКХ Государственной думы РФ, вице-президент Национального агентства по малоэтажному и коттеджному строительству (НАМИКС), президент Международной ассоциации инвестиционных фондов (МАИФ)

А. В. Кузнецов, ESG-эксперт, LEED AP BD+C, соавтор стандарта российской системы сертификации «Клевер», руководивший разработкой ГОСТ Р для ИЖС со стороны АО «ДОМ.РФ»

Авторы выражают благодарность командам НАМИКС, НАЭВИ, МАИФ и подразделения «Устойчивое развитие и "зеленое" строительство» в АО «ДОМ.РФ», которые принимали деятельное участие в разработке стандарта, вложив в него свой профессионализм и знания.

В настоящее время в России повышается интерес к индивидуальному жилищному строительству (ИЖС). Согласно данным опроса, проведенного ДОМ.РФ и ВЦИОМ, около 68% российских семей считают индивидуальный дом наиболее предпочтительным видом жилья (1). Рынок частного домостроения в России активно растет: за 2022 год введено более 102,7 млн м², из них 44,3% составили многоквартирные дома (далее — МКД); 55,7% — индивидуальное жилищное строительство (далее — ИЖС), или 57,2 млн м²,

что на 17% превысило показатели 2021 года (25). Рекордный, по мнению Президента РФ В. В. Путина, ввод жилья (2) сопровождался значительным приростом производства и применения экологичных строительных материалов и энергоэффективных инженерных систем отопления, горячего водоснабжения, вентиляции, кондиционирования и других инженерных систем. В целом доля ИЖС в общем объеме ввода жилья в России с 2007 года по первое полугодие 2023 года выросла с 38 до 58,1%.

Драйвером роста ипотеки на ИЖС в 2022 году выступили льготные программы с господдержкой (рис. 1), которые позволяют получить кредит по ставкам значительно ниже рыночных — их доля в выдаче по итогам года составила 79% от всех ипотечных кредитов для ИЖС. Возможность получить ипотечный кредит на частный дом реализована в рамках всех льготных ипотечных программ, тем не менее число ипотечных кредитов, взятых на ИЖС, остается на относительно низком уровне: по оценке ДОМ.РФ, в 2022 году с использованием ипотеки строился лишь каждый десятый индивидуальный дом, а в перспективе — может строиться каждый второй (3).

Дополнительной меры повышения доступности индивидуальных жилых домов могут быть программы «зеленой» ипотеки и «зеленого» проектного финансирования для ИЖС. Возможно использовать соответствие объектов ИЖС качественным характеристикам «зеленого» строительства как один из объективных критериев для получения соответствующего проектного финансирования, что создает потребность в формировании первого ГОСТ Р «Зеленое» индивидуальное жилищное строительство (далее — Стандарт) и Методики определения потенциала энергосбережения с присвоением ИЖС классов энергоэффективности (далее — Методика) для универсального и единого определения таких требований на национальном уровне.

«Зеленый» стандарт для ИЖС призван сформировать понятные и удобные для выполнения критерии, единые для ИЖС в любой

точке нашей страны, которые, с одной стороны, будут учитывать гибкость подхода к ИЖС с учетом их индивидуальности, а с другой стороны, позволят качественно повлиять на энергосбережение и экологические аспекты всего жизненного цикла ИЖС, существенно отличающегося от жизненного цикла МКД, что делает невозможным напрямую, без адаптации, использовать для ИЖС критерии ГОСТ Р 70346-2022 «Зеленые» стандарты. Здания многоквартирные жилые «зеленые». Методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации (22). При формировании критериев «зеленого» стандарта для ИЖС на основе анкеты, разработанной АО ДОМ.РФ и НАМИКС, был проведен опрос мнения российских профильных ассоциаций и девелоперских компаний, реализующих комплексные проекты индивидуального жилищного строительства. Анкета формировалась с учетом опыта АО ДОМ.РФ в разработке ГОСТ Р для «зеленых» МКД и опыта НАМИКС в сфере энергоэффективных ИЖС.

Результаты опроса семи профильных ассоциаций и крупнейших компаний-застройщиков показали, что наиболее важным для ИЖС является раздел стандарта «Энергоэффективность и атмосфера». Опрошенные также отметили препятствия для развития «зеленого» индивидуального домостроения. Основными из них являются отсутствие экономических стимулов при внедрении «зеленых» технологий — 90% опрошенных, низкая информированность застройщиков и покупателей о «зеленых» и энергоэффективных технологиях — 80%,



АНДРЕЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ КУЗНЕЦОВ



Рис. 1. Льготные ипотечные программы ДОМ.РФ с государственной поддержкой для ИЖС (3) (по материалам АО «ДОМ.РФ»)

недостаточность сведений об экономике при оплате услуг ЖКХ при использовании энергосберегающих и водосберегающих технологий — 70% и отсутствие «зеленого» стандарта для ИЖС — 40%.

В соответствии с п. 2 ст. 17 Федерального закона от 29 июня 2015 года № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» национальные стандарты разрабатываются на основе результатов научных исследований, положений международных стандартов и приобретенного практического опыта применения новых видов технологий (4). Именно эти три направления и были использованы при разработке ГОСТ Р «Зеленые» стандарты. «Зеленое» индивидуальное жилищное строительство.

ПЕРВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ГОСТА — ПРОВЕДЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

До начала разработки Стандарта и Методики разработчиками была проведена НИР по анализу принятой законодательной и нормативно-правовой документации, в результате которой были получены ответы на следующие вопросы.

Вопрос первый: как соотносятся понятия объект индивидуального жилищного строительства и многоквартирный жилой дом?

Были проанализированы существующие нормативно-правовые документы, которые регулируют данные понятия, проведен анализ соответствия этих определений.

В соответствии с п. 39 ст. 1 Градостроительного кодекса РФ (5) объект индивидуального жилищного строительства (ИЖС) — это отдельно стоящее здание с количеством надземных этажей не более чем три, высотой не более 20 метров, которое состоит из комнат и помещений вспомогательного использования, предназначенных для удовлетворения гражданами бытовых и иных нужд, связанных с их проживанием в таком здании. При этом параметры, устанавливаемые к объектам ИЖС Градостроительным кодексом РФ, в равной степени применяются как к жилым домам многоквартирным, так и к индивидуальным жилым домам (далее — ИЖД), так как в этом же пункте определено, что понятия «объект индивидуального жилищного строительства», «жилой дом» и «индивидуальный жилой дом» в Градостроительном

кодексе РФ, других федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации применяются в одном значении, т. е. тождественны.

Приведенное в Градостроительном кодексе РФ определение ИЖС полностью коррелирует с определением, данным в СП 55.13330.2016. «Дома жилые многоквартирные» отдельно стоящие (6): дом, состоящий из отдельной квартиры, включающей в себя комплекс помещений, предназначенных для индивидуального и/или односемейного заселения жильцов, при их постоянном, длительном или кратковременном проживании.

Можно отметить, что в обоих определениях говорится об одном и том же: индивидуальном (многоквартирном) доме, построенном на одном земельном участке, состоящем из одной квартиры с комнатами и предназначенном для проживания одной семьи. Другими словами, как следует из определения, данного в Градостроительном кодексе РФ, понятия «объект индивидуального жилищного строительства (ИЖС)» и «многоквартирный жилой дом» тождественны. Из практики НАМИКС обычно площадь таких домов начинается от 50 м².

Таким образом, установлена тождественность данных понятий. Для целей единообразности далее будет использоваться только термин ИЖС.

Вопрос второй: сколько кв. м составляет максимальная площадь домов, относящихся к ИЖС?

Федеральным законом от 2 августа 2019 года № 299-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О государственной регистрации недвижимости"» (7) разрешено строить индивидуальные жилые дома на землях сельскохозяйственного назначения, если это необходимо для нужд крестьянского (фермерского) хозяйства. Построить возможно один дом размером не более 500 м², соблюдая при этом требования к площади застройки — не более 0,25% территории.

В ст. 38 Градостроительного кодекса РФ установлены предельные размеры земельных участков и предельные параметры разрешенного строительства ИЖС. Они определяются плотностью застройки (сколько квадратных метров на земной площади можно строить

на одном гектаре земли). В региональных правилах землепользования и застройки указано, что на 1 га земель поселений можно построить 25 000 м², а на земельном участке 10 соток — 2500 м².

Таким образом, для целей Стандарта было определено, что индивидуальные жилые дома это дома площадью от 50 до 500 м², можно строить на землях сельскохозяйственного назначения, а на землях поселений можно возводить индивидуальные жилые дома площадью от 50 до 2500 м². Дома менее 50 м² имеют слишком большое отношение площади наружных ограждающих конструкций к объему, соответственно, будут иметь значительно отличающиеся характеристики, которые не позволят корректно нормировать для них «зеленые» требования, в том числе требования по энергоэффективности. Аналогично и ИЖС с площадью более 2500 м².

Вопрос третий: применимы ли показатели и требования СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (8) к объектам ИЖС?

В соответствии с п. 1 «Область применения» свода правил 50.13330.2012 его действие распространяется на проектирование тепловой защиты строящихся или реконструируемых жилых зданий общей площадью более 50 м. кв, в которых необходимо поддерживать определенный температурно-влажностный режим.

В соответствии с требованиями свода правил проектирование таких зданий должно осуществляться с учетом требований к ограждающим конструкциям, к параметрам микроклимата, к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию, к надежности и долговечности конструкций. В соответствии с п. 2.1. свода правил 50.13330.2012 в его нормах устанавливаются требования к: приведенному сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций здания; воздухопроницаемости ограждающих конструкций; влажностному состоянию ограждающих конструкций; теплоусвоению поверхности полов; расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий.

Распространение требований СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (8) на индивидуальные жилые дома полностью подтверждается требованиями



RSKCONF

ВСЕРОССИЙСКАЯ
СТРОИТЕЛЬНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

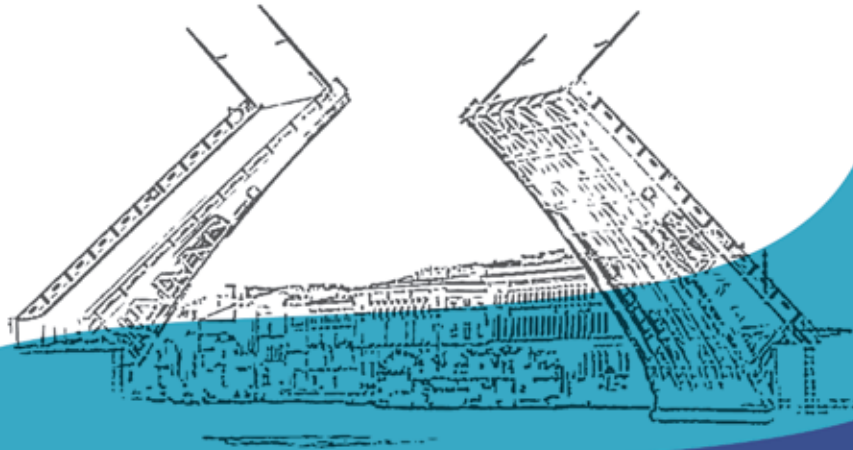
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

15 СЕНТЯБРЯ 2023
PARK INN РЭДИССОН
ПРИБАЛТИЙСКАЯ



RSKCONF

реклама



XIV ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «РОССИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ»

В рамках Форума «Устойчивое развитие»

УЧАСТИЕ В КАЧЕСТВЕ СЛУШАТЕЛЕЙ БЕСПЛАТНОЕ | РЕГИСТРАЦИЯ НА САЙТЕ: RSKCONF.RU

ОРГАНИЗАТОРЫ



ОБЩЕСТВЕННЫЙ СОВЕТ
ПО РАЗВИТИЮ САМОРЕГУЛИРОВАНИЯ
Российская общественная организация



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР



Британский Страховой Дом

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ



СООРГАНИЗАТОРЫ



СП 55.13330.2016 «Дома жилые многоквартирные». В этом документе в п. 10.3 прямо говорится: оценку энергоэффективности многоквартирного жилого дома следует осуществлять по характеристикам его строительных конструкций согласно СП 50.13330.2012 (8) при соблюдении следующих условий:

- приведенное сопротивление теплопередаче и воздухопроницаемость ограждающих конструкций не ниже требуемых по СП 50.13330.2012 (8);

- системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения имеют ручное или автоматическое регулирование;

- инженерные системы оснащены приборами учета холодной и горячей воды, электроэнергии и газа.

При оценке энергоэффективности многоквартирного жилого дома по комплексному показателю удельного расхода энергии на отопление расчетное значение удельного расхода энергии для поддержания в помещениях нормируемых параметров микроклимата и качества воздуха не должно превышать максимально допустимого нормативного значения, приведенного в СП 50.13330.2012 (8).

Таким образом, исходя из анализа действующих законодательных и нормативно-правовых актов показатели и требования СП 50.13330.2012 (8) полностью применимы к объектам ИЖС площадью от 50 до 500 м², построенных в соответствии с СП 55.13330.2016 «Дома жилые многоквартирные» на землях сельскохозяйственного назначения, и к объектам ИЖС площадью от 50 до 2500 м², построенных на землях поселений.

Вопрос четвертый: как связан класс энергоэффективности с классом энергосбережения для объектов ИЖС?

В ст. 2 федерального закона об энергосбережении (9), а также в Своде правил СП 50.13330.2012 (8) даны следующие одинаковые определения:

- энергосбережение — это реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования;

- энергетическая эффективность — это характеристика, отражающая отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю.

Однако в отличие от федерального закона об энергосбережении, в котором дано определение класса энергоэффективности (далее — класс) как характеристики продукции, отражающей ее энергетическую эффективность, в СП 50.13330.2012 (8) вводится определение «класс энергосбережения»: это характеристика энергосбережения здания, представленная интервалом значений удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, измеряемая в процентах от базового нормируемого значения. Данное определение отсутствует в федеральном законе об энергосбережении. На это следует остановиться особо. Поскольку, как следует из федерального закона об энергосбережении, энергосбережение — это перечень мероприятий, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов, а энергоэффективность — это численное выражение экономии, выражающееся в отношении полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов. Исходя из этого, следует, что определение класса энергосбережения, данное в СП 50.13330.2012 (8), тоже численное и по сути своей соответствует определению класса энергоэффективности, данному в законе. Другими словами: определение класса энергосбережения, данное в СП 50.13330.2012 (8), это не перечень мероприятий, а численное отношение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания к базовому нормируемому значению, измеряемому в процентах.

Применительно к разработке «зеленого» Стандарта для ИЖС и Методики в дальнейшем будем придерживаться положений Конституции Российской Федерации, которая в ч. 2 ст. 4 закрепила верховенство федеральных законов

над остальными нормативно-правовыми актами на всей территории Российской Федерации. Из этого следует, что в практической деятельности, касающейся вопросов экономии энергии в жилых домах, необходимо использовать предусмотренный в НПА верхнего уровня (федеральном законе) термин «Класс энергоэффективности». Именно этот термин, как будет показано ниже, используется в постановлениях Правительства РФ и приказах Минстроя России. Термин «класс энергосбережения» встречается только в одном документе СП 50.13330.2012 (8), хотя в энергетическом паспорте проекта здания, определенного тем же СП 50.13330.2012 (8), используется понятие энергетической эффективности объектов капитального строительства и класс энергетической эффективности здания (приложения Б, Д и Р) как синоним класса энергосбережения, что еще раз подтверждает, что класс энергосбережения СП 50.13330.2012 (8) по сути определением является классом энергоэффективности.

Следует также отметить, что понятие класс энергоэффективности, а не класс энергосбережения применяется в Налоговом кодексе РФ (введен Федеральным законом от 7 июня 2011 года № 132-ФЗ. Так, в п. 21 ст. 381 НК РФ сказано: организации освобождаются от уплаты налога на имущество в отношении вновь вводимых объектов, имеющих высокий класс энергетической эффективности. На практике и суды используют такое определение — см., например, Постановление Семнадцатого арбитражного апелляционного суда от 13 сентября 2017 года по делу № А60-7484/2017, Постановление Арбитражного суда Уральского округа от 22 января 2018 года по делу № А60-7484/2017 и Определение Судебной коллегии по экономическим спорам Верховного суда № 309-КГ18-5076 от 3 августа 2018 года по делу № А60-7484/2017 по применению налоговой льготы к объектам недвижимости, имеющей классы энергетической эффективности В (высокий) и А (очень высокий).

Постановление Правительства Российской Федерации от 27 сентября 2021 года № 1628 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий и требований к правилам

определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» (10) также использует понятие «класс энергоэффективности» и понятие энергетической эффективности. В постановлении сказано, что требования энергетической эффективности устанавливаются Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации и включают: а) показатели, характеризующие удельную величину расхода энергетических ресурсов в жилых зданиях; б) требования к влияющим на энергетическую эффективность зданий архитектурным, функционально-технологическим, конструктивным и инженерно-техническим решениям и в) требования к отдельным элементам, конструкциям зданий, к используемым в устройствах и технологиях, а также требования к включаемым в проектную документацию и применяемым при строительстве зданий технологиям и материалам, позволяющим исключить нерациональный расход энергетических ресурсов как в процессе строительства, так и в процессе их эксплуатации.

Требования к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов устанавливаются Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Сами правила на текущий момент определены Приказом Минстроя России от 6 июня 2016 года № 399/пр «Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов». В правилах определения класса энергетической эффективности устанавливаются: а) перечень классов энергетической эффективности и их обозначения; б) минимальные и максимальные значения величины отклонения нормативного показателя, характеризующего удельную величину расхода энергетических ресурсов в жилом доме для каждого класса энергетической эффективности; в) обязательные, в соответствии с п. 24 Приказа Минстроя России от 6 июня 2016 года № 399/пр, для наивысших классов энергетической эффективности требования к архитектурным, функционально-технологическим, конструктивным и инженерно-техническим решениям, влияющим на энергетическую эффективность зданий; г) требования к указателю класса энергетической

Таблица 1. Классы энергетической эффективности в соответствии с Приказом Минстроя РФ от 6 июня 2016 года № 399/пр.

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения значения фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, %
A++	Высочайший	-60 включительно и менее
A+	Высочайший	от -50 включительно до -60
A	Очень высокий	от -40 включительно до -50
B	Высокий	от -30 включительно до -40
C	Повышенный	от -15 включительно до -30
D	Нормальный	от 0 включительно до -15
E	Пониженный	от +25 включительно до 0
F	Низкий	от +50 включительно до +25
G	Очень низкий	более +50

эффективности, который размещается на фасаде многоквартирного. Класс энергетической эффективности жилого дома обозначается латинскими буквами по шкале от A++ до G по величине отклонения показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового показателя (10).

Требования к удельной характеристике расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию малоэтажных жилых многоквартирных зданий определяются Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 17 ноября 2017 года № 1550/пр «Об утверждении Требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений» (13) и выражены в иных единицах измерения — «Вт/(м³·°C)». Это отличается от тех единиц измерения, что установлены для многоквартирных домов в Приказе Минстроя РФ от 6 июня 2016 года № 399/пр — кВт·ч/м² в год. Это несоответствие сформировано из иных определений энергетической эффективности зданий в соответствии с СП 50.13330.2012 (8), что является дополнительной трудностью для единого подхода в определении энергетической эффективности зданий и сооружений, включая индивидуальные, малоэтажные и многоквартирные жилые дома.

Исходя из анализа вышеприведенных нормативно-правовых актов, можно сделать следующие выводы: термин «класс энергосбережения» встречается только в одном документе — СП 50.13330.2012 (8). В федеральном законе, постановлениях Правительства РФ и приказах Минстроя РФ применяется

только термин «класс энергоэффективности». Именно этот термин мы будем использовать в дальнейшем. При этом отметим, что приведенное в СП 50.13330.2012 (8) определение термину «класс энергосбережения» по смыслу полностью соответствует определению «класс энергоэффективности», данному законодательно, так как определяет не перечень мероприятий, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов, а численное выражение экономии, выражающееся в отношении полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов. Одновременно отметим, что правила установления для МКД требований энергетической эффективности и правила определения класса энергетической эффективности, как следует из положений СП 55.13330.2016 «Дома жилые многоквартирные», могут быть применены и к индивидуальным жилым домам.

То есть такое понятие может быть применено к ИЖС, необходимо его корректно определить с учетом противоречия в единицах измерения энергетической эффективности в СП 50.13330.2012 (8) и Приказе Минстроя РФ от 6 июня 2016 года № 399/пр.

Вопрос пятый: есть ли существенные отличия в подходе к оценке общих энергосбережений при применении различных инженерных систем в многоквартирных и индивидуальных жилых домах?

В Своде правил СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные» (11) дано

следующее определение зданию жилому многоквартирному секционного типа: «Многokвартирное жилое здание, состоящее из одной или нескольких секций, отделенных друг от друга стенами без проемов; квартиры одной секции имеют выход на одну лестничную клетку непосредственно». В этом же своде правил дано определение и зданию жилому многоквартирному «зеленому»: «Многokвартирное жилое здание, отвечающее требованиям по уровню комфортности для жителей, энергоэффективности и ресурсосбережению, экологической безопасности и охраны окружающей природной среды в соответствии с принципами устойчивого развития и декарбонизации». Многоквартирное жилое здание должно быть запроектировано и возведено таким образом, чтобы при выполнении установленных требований к внутреннему микроклимату помещений и другим условиям проживания обеспечивалось эффективное и экономное расходование энергетических ресурсов при его эксплуатации в соответствии с СП 345.1325800.2017 «Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты» и соблюдении требований СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Многоквартирный дом также имеет земельный участок, примыкающий к многоквартирному зданию с непосредственным выходом на него (п. 3.1.38 в СП 54.13330.2022).

В Своде правил. «Дома жилые многоквартирные» СП 55.13330.2016 (29) также дано определение «дом жилой многоквартирный отдельно стоящий»: дом, состоящий из отдельной квартиры, включающий в себя комплекс помещений, предназначенных для индивидуального и/или односемейного заселения жильцов, при их постоянном, длительном или кратковременном проживании. В СП 55.13330.2016 имеется и определение придомовому земельному участку (приквартирный участок — п. 3.16): земельный участок, примыкающий к дому с непосредственным выходом на него.

В разделе 10. «Энергосбережение» СП 55.13330.2016 сказано, что дом следует проектировать таким образом, чтобы обеспечить эффективное и экономное расходование невозобновляемых энергоресурсов. Соблюдение норм по энергосбережению следует оценивать по характеристикам строительных конструкций

Таблица 2. Показатели удельного расхода энергии на отопление дома

Отапливаемый объем здания, м ³	Значения, Вт/(м ³ ·°С), при значениях, °С·сут/год				
	1000	3000	5000	8000	12 000
150	1,206	0,892	0,708	0,541	0,411
300	0,957	0,708	0,562	0,429	0,326
600	0,759	0,562	0,446	0,341	0,259
1200	0,606	0,449	0,356	0,272	0,207
2500	0,486	0,360	0,286	0,218	0,166
6000	0,391	0,289	0,229	0,175	0,133
15000	0,327	0,242	0,192	0,146	0,111
50000	0,277	0,205	0,162	0,124	0,094

согласно СП 50.13330.2012 (8) и инженерных систем дома и по комплексному показателю удельного расхода энергии на отопление дома. Расчетное значение удельного расхода тепловой энергии на отопление следует определять как сумму теплотеря дома (через ограждающие конструкции и за счет вентиляции) за отопительный период, отнесенную к 1 м² площади отапливаемых помещений и числу градусо-суток отопительного периода. Дом следует относить к определенной категории энергоэффективности в зависимости от отношения максимально допустимого нормативного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление к расчетному. Категорию энергоэффективности следует заносить в паспорт при вводе его в эксплуатацию и уточнять при эксплуатации и с учетом проводимых мероприятий по энергосбережению.

Важной отличительной особенностью учета энергозатрат в многоквартирных домах является содержание в «Правилах установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных

домов», утвержденных Постановлением Правительства РФ от 27 сентября 2021 года № 1628, положения о том, что для многоквартирных домов необходимо еще и учитывать расход электрической и тепловой энергии (ГВС и отопление) на общедомовые нужды. В соответствии с гл. 6. Жилищного кодекса РФ и Постановлением Правительства РФ от 13.08.2006 № 491 (ред. от 27 марта 2023 года) «Об утверждении Правил содержания общего имущества в многоквартирном доме» (12) к общему имуществу собственников помещений в многоквартирном доме (общедомовому имуществу) относятся предназначенные для обслуживания жильцов квартир лестничные площадки, лестницы, лифты, коридоры, колясочные, чердаки, технические этажи и технические подвалы. В многоквартирных (индивидуальных) жилых домах нет общедомового имущества, следовательно, не надо учитывать расход электрической и тепловой энергии на общедомовые нужды.

Исходя из сравнительного анализа положений свода правил СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные» и свода правил СП 55.13330.2016 «Дома жилые многоквартирные», существенных отличий

Таблица 3. Удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию ИЖС, Вт/(м³·°С)

Площадь здания, м ²	Этажность зданий			
	1	2	3	4
50	0,579	-	-	-
100	0,517	0,558	-	-
150	0,455	0,496	0,538	-
250	0,414	0,434	0,455	0,476
400	0,372	0,372	0,393	0,414
600	0,359	0,359	0,359	0,372
1000 и более	0,336	0,336	0,336	0,336



**FACADES
OF RUSSIA**
CONGRESS



ФАСАДНАЯ **FA** АКАДЕМИЯ

VIII

**ФАСАДНЫЙ КОНГРЕСС
FACADES OF RUSSIA 2023**

12, 13, 14 сентября 2023
Москва, Golden Ring Hotel *****

Добро пожаловать
на 8-й Фасадный конгресс России

+7 495 374 8905
info@buildingskin.ru
buildingskin.info/congress/

Генеральный спонсор



Генеральный партнер



реклама

в подходе к оценке общих энергозатрат при применении различных инженерных систем в многоквартирных и индивидуальных жилых домах не выявлено. Исключение составляют только затраты на общедомовые нужды и необходимость учитывать особенности зданий ИЖС как более компактных относительно МКД (см. следующий вопрос).

Вопрос шестой: в чем отличия конструктивных особенностей и связанных с ними количественных значений оценки общих энергозатрат при применении различных инженерных систем в многоквартирных и индивидуальных жилых домах?

Рассмотрим основные отличия многоквартирных и индивидуальных жилых домов, объединенных в малоэтажные жилые комплексы. Если сравнить земельные участки, на которых построен МКД серии П 44 Т на 128 квартир, и план малоэтажного жилого комплекса на 128 домов с общими инженерными сетями и благоустроенной территорией, то можно сделать вывод о том, что для строительства многоквартирного дома на 128 квартир достаточно освоить земельный участок площадью 0,4 га, а для малоэтажного жилого комплекса на 128 ИЖС требуется земельный участок 18 га (различие в 45 раз). При этом длина каждой из внутридомовых инженерных сетей в МКД составляет 200 м, а общая длина каждой из внутрипоселковых инженерных сетей при расстоянии между домами 20 м и ширине дома 10 м составляет 3840 м (различие в 19 раз).

Многokвартирные и индивидуальные жилые дома имеют особенности и в устройстве инженерных систем. Так, если МКД имеют центральное отопление и горячее водоснабжение, то ИЖС — индивидуальные системы отопления и ГВС. МКД имеют одну точку ввода электричества, холодного водоснабжения и водоотведения, а ИЖС в составе малоэтажного жилого комплекса 128 точек. Аналогично по придомовому освещению у МКД одна-две точки, а в малоэтажном комплексе ИЖС 128 точек.

Для определения отличий в конструктивных особенностях многоквартирных и индивидуальных жилых домов можно сравнить план этажа жилого дома П 44 Т на восемь квартир и планы восьми малоэтажных жилых домов с наружными утепленными стенами. Результаты сравнения показывают, что общая площадь наружных фасадных стен в ИЖД больше в два раза, торцевых стен в 14 раз, а площадь утепленных полов и крыш — в 16 раз.

Указанные различия в конструктивных особенностях зданий и инженерных системах в МКД и ИЖС приводят к существенным отличиям количественных значений показателя удельного расхода энергии на отопление дома. Это можно определить, анализируя таблицу определения энергетической эффективности для различных по площади зданий, приведенную в СП 50.13330.2012 (8). Расход энергии на отопление дома является важнейшим экономическим показателем, поскольку стоимость

тепла и горячей воды это половина того, что платят за коммунальные услуги (далее — ЖКУ) жители многоквартирных и индивидуальных домов. Учитывая, что Свод правил СП 50.13330.2012 (8) распространяется на проектирование тепловой защиты строящихся жилых зданий общей площадью более 150 м², то можно исходя из табл. 7 СП 50.13330.2012 (8) определить, что нормируемые значения удельной теплозащитной характеристики ИЖС с отапливаемым объемом 150 м³ в 4,3 раза больше на один кубический метр, чем МКД с отапливаемым объемом 50 000 м³. Указанные параметры представлены в таблице.

Анализируя таблицу с показателями удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию малоэтажных жилых многоквартирных зданий, приведенную в Приказе Минстроя России от 17 ноября 2017 года № 1550/пр (13), можно также определить, что удельная характеристика расхода указанной тепловой энергии в индивидуальных жилых домах площадью 50 м² в 1,7 раза больше на один квадратный метр, чем в индивидуальных домах с отапливаемой площадью 1000 м².

Таким образом, имеются существенные отличия в конструктивных особенностях строений и инженерных систем в многоквартирных и индивидуальных жилых домах, что существенно влияет на **количественные значения оценки общих энергозатрат** этих двух типов домов. Данные

Таблица 4. Сравнение положений Градостроительного кодекса РФ для МКД и ИЖС

	Наименование этапа строительного процесса	Обязательность процедуры	
		МКД	ИЖС
1	Получение градостроительного плана земельного участка (ГПЗУ)	Обязательно	Не обязательно
2	Инженерные изыскания	Обязательно	Не требуется
3	Получение технических условий	Обязательно	Не требуется
4	Архитектурно-строительное проектирование	Обязательно	Не требуется
5	Экспертиза проектной документации	Обязательно	Не проводится
6	Архитектурно-строительное проектирование (стадия «рабочая документация»)	Обязательно	Не требуется
7	Получение разрешения на строительство	Обязательно	Не требуется
8	Строительные работы выполняются только в соответствии с проектной документацией	Обязательно	Не обязательно
9	Членство в СРО, наличие специалистов в реестре	Обязательно	Не требуется
10	Строительный контроль застройщика/технического заказчика	Обязательно	Не обязательно
11	Получение разрешения на ввод объекта в эксплуатацию	Обязательно	Не требуется
12	Снос объекта самовольной постройки	Обязательно	
13	Ответственность собственника/застройщика здания, возмещение вреда здоровью	Обязательно	



Рис. 2. Первый в России «Активный дом», построенный в Наро-Фоминском районе Подмосквья датской компанией Velux и компанией «Загородный проект» (23) и первый в России жилой дом площадью 246 м², получивший сертификат немецкого института Passive House, построенный компанией ЗАО «Мосстрой-31» в районе Южное Бутово в Москве (24)

особенности учтены при разработке «зеленого» стандарта и Методики. При этом расчет общих энергозатрат и определение классов энергоэффективности индивидуальных жилых домов необходимо производить с учетом значений, указанных в табл. 7 СП 50.13330.2012 (8) и в таблице, приведенной в Приказе Минстроя России от 17 ноября 2017 года № 1550/пр (13).

Вопрос седьмой: в чем отличие нормативно-правового регулирования строительства МКД и ИЖС?

Для оценки различий в регулировании строительства МКД и ИЖС Комитетом Российского союза строителей по малоэтажному жилищному строительству был проведен анализ положений Градостроительного кодекса РФ (14). Результаты представлены в табл. 4.

Как следует из приведенных данных, для реализации проекта ИЖС в отличие от МКД не требуется: получения градостроительного плана земельного участка, проведения инженерных изысканий, архитектурного проектирования и экспертизы проекта, получения технических условий, получения разрешения на строительство и ввод в эксплуатацию, строительного контроля и членства в СРО. В том числе поэтому, а также в силу меньшего размера и обычно большей простоты самого здания цикл строительства ИЖС кратен короче, чем цикл строительства МКД и может быть завершен за один сезон или менее. Из этого вытекает вывод о том, что «зеленый» стандарт на ИЖС должен быть значительно проще Стандарта на МКД.

Для понимания различий между многоквартирными и индивидуальными жилыми домами

необходимо также учесть положения Федерального закона 476-ФЗ от 30.12.2021 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (21), который распространяет требования 214-ФЗ «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» от 30.12.2004 и на проекты ИЖС, и принятого в первом чтении проекта Федерального закона «О малоэтажных жилых комплексах, управлении общим имуществом малоэтажных жилых комплексов» (26) регулирующего отношения, связанные с возникновением у собственников ИЖС в малоэтажных жилых комплексах (далее — МЖК) права общей долевой собственности на общее имущество, расположенное в границах таких комплексов. В этих законах введены следующие понятия: малоэтажный жилой комплекс — совокупность индивидуальных жилых домов и иных объектов, которые определены как общее имущество в соответствии с утвержденной документацией по планировке территории. Сведения о МЖК подлежат внесению в ГИС ЖКХ. Общее имущество собственников индивидуальных жилых домов в МЖК включает: объекты инженерно-технической и транспортной инфраструктуры, в том числе котельные, водонапорные башни, тепловые пункты, проезды, велосипедные дорожки, пешеходные переходы, тротуары, элементы благоустройства, детские и спортивные площадки, места отдыха и парковочные площадки.

ВТОРОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ГОСТА — АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ

В мире существует ряд «зеленых» стандартов, разработанных для объектов индивидуального жилищного домостроения. Особенно выделяется национальный стандарт Великобритании Code for Sustainable Homes, разработанный BRE по заказу Министерства жилищного строительства, сообществ и местного самоуправления в 2006 году. Схожим проектом был стандарт LEED for Homes, разработанный в рамках американской системы зеленой сертификации LEED. Также при разработке стандарта был учтен ряд критериев стандартов Home Quality Mark (Великобритания), Green Globes (Канада) и Living Building Challenge (Австралия). Создание «зеленого» стандарта для ИЖС является закономерным этапом развития национальной системы «зеленой» сертификации недвижимости в России, призванным поддержать интерес застройщиков и покупателей к тематике ИЖС, повысить качество возводимого жилья, обеспечить энергосбережение ИЖС и способствовать декарбонизации строительной отрасли. Подробный анализ международных «зеленых» стандартов и примеры сертифицированных по ним ИЖС были даны ранее в журнале «Инженерные системы» (№ 15, 16).

ТРЕТЬЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ГОСТА — АНАЛИЗ ПРАКТИЧЕСКОГО ОПЫТА РЕАЛИЗАЦИИ КРУПНЫХ ПРОЕКТОВ ИЖС С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ВИДОВ ТЕХНОЛОГИЙ

Для разработки Стандарта был использован опыт Группы компаний «Экодоле». Эта компания



Рис. 3. Энергоэффективные дома «КАМА», «Дом А+» и энергоэффективный жилой дом «Дон», построенные компанией «Экодолье»

была изначально ориентирована на принципы «зеленого» строительства. В своих проектах она с 2006 года внедряла лучшие мировые практики и европейский опыт строительства энергоэффективных домов. Одновременно в пяти регионах России компания «Экодолье» реализовывала шесть крупномасштабных проектов комплексной индивидуальной жилой застройки. В общей сложности эти проекты рассчитаны на освоение 1047 га земли и строительство 12 750 домов площадью 1,097 млн м² малоэтажного жилья (17–21). В поселке «Экодолье Оренбург» все дома имеют энергоэффективность класса В, но есть и дома с энергоэффективностью класса А. Эти пилотные энергоэффективные дома класса А оборудованы солнечными батареями, тепловыми насосами, гелиосистемами и рекуператорами. При этом для автоматизированного съема информации с приборов учета энергоресурсов применяется комплексная система учета, контроля и управления ресурсопотреблением. Примеры энергоэффективных домов, построенных компанией «Экодолье Оренбург» представлены на рис. 3. Неслучайно указанные проекты стали лауреатами более 40 международных и национальных премий, в том числе награждены дипломом Премии Правительства РФ в области качества и стали заключительными финалистами Премии Правительства РФ в области науки по теме «Научные основы и инвестиционные механизмы внедрения социальной и энергетически эффективной технологии и интеллектуального управления жизненными циклами малоэтажной жилой застройки». За практику «зеленого» строительства компания впервые за всю историю России была награждена своеобразным «Оскаром» в сфере недвижимости — золотым символом премии Всемирной федерации недвижимости

FIABCI Prix d'Excellence за первое место в номинации «Сохранение окружающей среды и энергоэффективность». О престиже этой премии говорит тот факт, что ее получал Дональд Трамп.

ФОРМИРОВАНИЕ «ЗЕЛЕНОГО» СТАНДАРТА ДЛЯ ИЖС

Проект Стандарта разработан в целях создания комфортных и экологически безопасных условий проживания граждан в объектах индивидуального жилищного строительства. Стандарт устанавливает критерии в области «зеленого» проектирования, строительства и эксплуатации «зеленых» объектов индивидуального жилищного строительства

«Зеленый» ГОСТ Р для ИЖС вводит количественные и качественные характеристики оценки объектов индивидуального жилищного строительства в России по «зеленым» критериям, охватывающим весь жизненный цикл данных объектов. «Зеленый» ГОСТ Р для ИЖС был разработан с учетом опыта разработки ГОСТ Р 70346-2022 (22), передовой международной практики проектирования, строительства и эксплуатации «зеленых» зданий по стандартам BREEAM, LEED, Code for Sustainable Homes, а также мнения профильных российских строительных ассоциаций и ведущих компаний, реализовавших комплексные проекты индивидуального жилищного строительства. Основной целью разработки данного стандарта является комплексное внедрение мер по повышению энергетической эффективности, благоустройству, экологическому менеджменту, созданию качественной внутренней среды, обращению со строительными и эксплуатационными отходами для объектов индивидуального жилищного строительства.

Для оценки параметров энергосбережения объектов ИЖС Национальным агентством

по малоэтажному и коттеджному строительству (НАМИКС) совместно с Национальным агентством по энергосбережению и возобновляемым источникам энергии (НАЭВИ) на основе действующих законодательных и нормативно-правовых актов, а также существующей практики энергоэффективного индивидуального жилищного строительства были разработаны принципы энергетического обследования ИЖС и методика оценки классов энергосбережения с присвоением классов энергоэффективности ИЖС. Исходя из вышеперечисленных принципов и требований федерального законодательства, в основу методики проведения энергетических обследований положен приоритет, базирующийся на определении потенциала энергосбережения по фактическим показаниям приборов учета и базовым показателям энергоэффективности. Это позволило свести большой объем собираемой информации, необходимой для проведения комплексного теплотехнического расчета при определении расчетного теплоснабжения домов без приборов, к минимально необходимому для оценки потенциала энергосбережения таких домов.

Настоящей редакцией Стандарта предусмотрено восемь категорий, включающих в себя «зеленые» критерии, по которым возможно проведение оценки объектов ИЖС:

1. Архитектура.
2. Организация участка и инфраструктура.
3. Организация и управление строительством.
4. Комфорт и качество внутренней среды.
5. Энергоэффективность и атмосфера.
6. Инженерное обеспечение здания.
7. Материалы и ресурсоэффективность.
8. Отходы производства и потребления.



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

Структура настоящего Стандарта, представленная на рис. 4, предполагает обязательные и добровольные «зеленые» критерии по проектированию, строительству, эксплуатации «зеленых» объектов ИЖС. Разбивка критериев по категориям и назначению им тех или иных баллов были произведены с учетом результатов опроса, произведенного среди застройщиков ИЖС и организаций, занимающихся оценкой недвижимости по экологическим стандартам, а также с учетом критериев зарубежных «зеленых» стандартов и действующего в России национального стандарта ГОСТ Р «Зеленые» стандарты. Здания многоквартирные жилые «зеленые». Методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации. Общее количество баллов всех критериев составляет 110, из которых 54 относятся к обязательным и 56 — к добровольным критериям. Учитывая, что удельные теплозащитные характеристики ИЖС на один кубометр отапливаемого помещения в 4,3 раза больше, чем у МКД, в «зеленом» стандарте для ИЖС предусмотрено большее количество баллов для критериев энергоэффективности, чем в ГОСТ Р 70346-2022 (22), соответственно, и доля в общем количестве баллов для критериев энергоэффективности выше, чем в ГОСТ Р 70346-2022 (22).

Относительно ГОСТ Р 70346-2022 (22) было уменьшено количество категорий оценки, так как уменьшилось количество критериев оценки, в частности:

- критерии категории «Экологическая безопасность территории» в стандарте для МКД были адаптированы и частично включены в разделы «Организация участка и инфраструктура», «Комфорт и качество внутренней среды», «Организация и управление строительством» стандарта для ИЖС. Это критерии «Изыскания на участке строительства», «Защита плодородного слоя», «Защита зеленых насаждений», «Акустический комфорт», «Меры по борьбе с радоном»;

- критерии категории «Безопасность эксплуатации здания» в стандарте для МКД были адаптированы и частично включены в категории «Экологическая безопасность и организация участка, инфраструктура», «Комфорт и качество внутренней среды» стандарта для



Рис. 4. Структура ГОСТ Р «Зеленое» индивидуальное жилищное строительство

ИЖС. Это критерии «Снижение светового загрязнения», «Регулирование искусственного освещения». Уменьшение количества критериев связано с простотой эксплуатации ИЖД (осуществляется владельцами самостоятельно), в то время как эксплуатация и обеспечение безопасности МКД осуществляется, как правило, управляющими компаниями;

- критерии категории «Инновации устойчивого развития» в стандарте для МКД, с целью исключения дублирования, были адаптированы и частично включены в категорию «Энергоэффективность и атмосфера» стандарта для ИЖС. Это критерии «Альтернативные источники электроэнергии», «Альтернативные источники тепловой энергии», «Внедрение практики микрогенерации».

В связи с особенностью ИЖС в Стандарте также больше, чем в ГОСТ Р 70346-2022 (22), уделено внимания озеленению (вертикальному и горизонтальному) как самого здания ИЖС, так и прилегающей территории — введены требования к площади озеленения стен, кровли, установлена связь такого озеленения с требованиями к фасадным и кровельным материалам: установлено требование к коэффициенту поглощения солнечной радиации в соответствии с СП 50.13330.2012 (8), что повышает комфорт пребывания на участке и здания за счет снижения эффекта теплового острова и снижения энергопотребления в летний период, что может быть особенно актуальным для МЖК из-за большой площади поверхности.

Также введено требование к компактности здания, что формально входит в первый раздел «Архитектура», но сильно влияет на энергетическую эффективность здания ИЖС как раз в силу малого масштаба ИЖС — большего отношения поверхности ограждающих конструкций к объему относительно МКД.

С точки зрения энергоэффективности самого важного раздела в Стандарте включены требования к:

- снижению потребления тепловой энергии и снижению выбросов парниковых газов (7 баллов, обязательен на «бронзу»);

- контролю потребления тепловой энергии в зависимости от погодных условий и/или внутренних параметров помещений по уставке (3 балла, обязательен на «серебро»);

- наличию альтернативных источников электроэнергии — требования к микрогенерации (6 баллов, добровольный);

- наличию альтернативных источников тепловой энергии — наличие рекуперации, геотермальных и гелиотермальных систем (5 баллов, добровольный);

- введение в практику микрогенерации для продажи электроэнергии в общие сети — требуется заключенный договор купли-продажи электрической энергии, производимой на объекте микрогенерации.

В то же время, аналогично ГОСТ Р 70346-2022 (22), в Стандарте сохранены требования к отделке помещений, качеству архитектурных решений [здание должно быть гармонично вписано в исторический контекст местности или соответствовать требованиям стандарта

КРТ (комплексного развития территории) АО «ДОМ.РФ»], транспортной доступности и доступности инфраструктуры, наличия альтернативных видов транспорта, организации ответственного строительства, независимой приемки и иных универсальных для строительства требований.

Отдельно необходимо отметить, что объект оценки «зеленого» ГОСТ Р для ИЖС — именно дом: здание и прилегающий к нему участок, где размещено здание. Стандарт предъявляет требования к участку, на котором размещается объект ИЖС, а также учитывает инфраструктуру и иные аспекты на прилегающей к участку территории. Это сделано для целей осознанного выбора участка размещения строительства ИЖС, но Стандарт не предъявляет требований к изменению прилегающей территории и иных объектов строительства, не являющихся объектом оценки.

Стандартом были предусмотрены рейтинговые значения «бронза», «серебро» и «золото», которые присваиваются при выполнении всех обязательных критериев для каждого уровня и при получении 55, 66 и 77 баллов соответственно. Соответствие обязательным критериям для рейтингового значения «бронза» и получение не менее 50% от общей суммы баллов настоящего Стандарта является необходимым для признания объекта индивидуального жилищного строительства «зеленым». После подтверждения соответствия «зеленому» критерию начисляются баллы, которые суммируются для расчета степени соответствия объектов индивидуального жилищного строительства настоящему Стандарту и присвоения рейтингового значения. Добровольные критерии используются для повышения рейтингового значения, однако не могут быть основой для перехода из одного рейтингового значения в другое без достижения всех обязательных критериев, соответствующих следующему рейтинговому значению. Обязательные на «серебро» и «золото» критерии являются добровольными при присвоении рейтингового значения «бронза», а обязательные на «золото» — добровольными при присвоении рейтинговых значений «бронза» и «серебро». Областью применения национального стандарта являются «зеленые»

объекты индивидуального жилищного строительства, к которым относят как непосредственно объекты индивидуального жилищного строительства, согласно определениям Градостроительного кодекса, так и многоквартирные дома и дома блокированной застройки. При формировании стандарта предусматривалось, что его основными целевыми пользователями являются крупные застройщики ИЖС, но в то же время он должен быть доступен для использования физическими лицами, желающими самостоятельно возводить объекты ИЖС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из приведенных данных, можно сделать заключение о том, что в настоящее время индивидуальное жилищное строительство в России составляет 58,1% от общего объема жилищного строительства. Существующей законодательной и нормативно-правовой базы достаточно для разработки ГОСТ Р «Зеленые» стандарты. «Зеленое» индивидуальное жилищное строительство. Методика оценки и критерии проектирования и Методики по оценке энергоэффективности объектов индивидуального жилищного строительства на соответствие требованиям. При разработке Методики учтены различия конструктивных особенностей теплового контура и инженерных систем индивидуальных жилых домов. Методика содержит основные принципы энергетического обследования ИЖС, последовательность проведения расчетов потребления коммунальных ресурсов в ИЖС, расчетные формулы и электронные таблицы для укрупненного расчета класса энергоэффективности, механизм оценки фактического и расчетного теплоснабжения в инженерных системах. Для разработки Стандарта проведен анализ принципов корреляции класса энергоэффективности с классом энергосбережения для объектов ИЖС и дано определение классу энергоэффективности, соответствующее Федеральному закону от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности». Показана достаточность приложения «Г» СП 50.13330 к задачам оценки энергоэффективности ИЖС площадью от 50 до 500 м², построенных на землях сельскохозяйственного назначения и на

ИЖС площадью от 50 до 2500 м², построенных на землях поселений. Приведено определение индивидуальному жилому дому, данное Градостроительным кодексом РФ, с указанием того, что оно тождественно определению, данному в Своде правил 55.13330.2016 «Дома жилые многоквартирные». Это означает, что СП 50.13330 «Тепловая защита зданий», исходя из площади зданий, автоматически распространяется и на ИЖС, и на жилые дома многоквартирные, то есть существует легитимная нормативно-правовая база для использования этого понятия для объектов ИЖС. Показано, что правила определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов могут быть использованы и к малоэтажным жилым многоквартирным (индивидуальным) домам (ИЖС). Методики расчета общих энергозатрат, определение класса энергоэффективности ИЖС и составление энергетического паспорта реального индивидуального жилого дома апробированы на реальном примере построенного в России энергоэффективного дома по классу А++.

Разработан проект «зеленого» стандарта для ИЖС, учитывающего особенности правового регулирования в РФ и особенностей самого ИЖС для нашей страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эксперты: более половины жителей городов (20 млн семей) хотели бы переехать в индивидуальный дом [Электронный ресурс] // ЕРЗ: Официальный сайт — 2023. — 24 июля — URL: <https://erzrf.ru/news/eksperty-boleye-poloviny-zhiteley-gorodov-20-mln-semey-khoteli-by-pereyekhat-v-individualnyy-dom?search=cem&tag=Опрос>
2. Владимир Путин выразил восхищение достижениями в строительной сфере 323: офиц. текст // Единый реестр застройщиков: информационный портал. — М., 2021. — URL: <https://erzrf.ru/news/vladimir-putin-vyrazil-voskhishcheniye-dostizheniyami-v-stroitelnoy-sfere-323:ofits-tksts>
3. Квасенков Е. В. Доклад директора подразделения «Развитие жилищной сферы» АО «ДОМ.РФ» «Перспективные направления развития

индивидуального жилищного строительства в Российской Федерации» [Презентация] / Е. В. Квасенков // совместное выездное заседание Комитета ТПП РФ по предпринимательству в сфере строительства и Российского союза строителей на выставке Open Village. — 2023. — 14 июля.

4. О стандартизации в РФ. Федеральный закон от 29 июня 2015 года № 162-ФЗ: принят Государственной думой Федерального собрания Российской Федерации 19 июня 2015 года: одобрен Советом Федерации Федерального собрания Российской Федерации 24 июня 2015 года // Российская газета — 2015. — 29 июля.

5. Градостроительный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 7 мая 1998 года № 73-ФЗ: принят Государственной думой Федерального собрания Российской Федерации 8 апреля 1998 года: одобрен Советом Федерации Федерального собрания Российской Федерации 22 апреля 1998 года // Российская газета — 1998. — 7 мая.

6. Свод Правил 55.13330.2016. СНиП 31-02-2001 утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 20.10.2016 № 725/пр.

7. О внесении изменений в Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» Федеральным законом от 2 августа 2019 года № 299-ФЗ: принят Государственной думой Федерального Собрания Российской Федерации 25 июля 2019 года: одобрен Советом Федерации Федерального собрания Российской Федерации 25 июля 2019 года // Российская газета — 2019. — 7 августа.

8. СП 50.13330.2012 «СНИП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», утвержден и введен в действие Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 июня 2012 г. № 265 (в ред. Изменений № 1, утв. Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 14 декабря 2018 года № 807/пр).

9. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ: принят Государственной думой

Федерального собрания Российской Федерации 11 ноября 2009 года: одобрен Советом Федерации Федерального собрания Российской Федерации 18 ноября 2009 года // Российская газета — 2009. — 27 ноября.

10. Постановление Правительства Российской Федерации от 27.09.2021 № 1628 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».

11. СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные». Утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 13 мая 2022 года № 361/пр.

12. Постановление Правительства РФ от 13.08.2006 № 491 (ред. от 27.03.2023) «Об утверждении Правил содержания общего имущества в многоквартирном доме».

13. Об утверждении Требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений: Приказ Минстроя России от 17 ноября 2017 года № 1550/пр // Российская газета — 2018. — 27 марта.

14. Пороцкий К. Ю. Доклад председателя Комитета Российского союза строителей по малоэтажному жилищному строительству «Комплексное развитие индивидуального жилищного строительства» [Презентация] / К. Ю. Пороцкий // совместное выездное заседание Комитета ТПП РФ по предпринимательству в сфере строительства и Российского союза строителей на выставке Open Village. — 2023. — 14 июля.

15. Казейкин В. С. Теоретические основы энергетического обследования индивидуальных жилых домов» [Текст] / Казейкин В. С. // Журнал Инженерные системы. — 2023. — № 1 — С. 8–24.

16. Казейкин В. С. Теоретические основы энергетического обследования индивидуальных жилых домов» [Текст] / Казейкин В. С. // Журнал Инженерные системы. — 2023. — № 2 — С. 20–38.

17. Казейкин В. С. Практические аспекты реализации программы малоэтажного жилищного строительства «Свой дом» [Текст] / Казейкин В. С. // Журнал Малоэтажное и коттеджное строительство. — 2010, сентябрь-октябрь. — С. 20–21.

18. Николаева Е. Л. Проблемы и тенденции развития малоэтажного строительства России [Текст]: Монография/ Е. Л. Николаева, В. С. Казейкин, С. А. Баронин, А. Г. Черных под общ. ред. В. С. Казейкина и С. А. Баронина — М.: Инфра-М, 2012. — 239 с.

19. Казейкин В. С. Комплексная система учета, контроля и управления ресурсопотреблением [Текст] / В. С. Казейкин, В. А. Петров // Журнал Вестник Российского Союза строителей. — 2016, сентябрь-октябрь. — С. 34–35.

20. Казейкин В. С. Уникальный дом экомон-класса от группы компаний «Экодоля» [Текст] / Казейкин В. С. // Журнал Вестник Российского Союза строителей. — 2016, ноябрь-декабрь. — С. 40–41.

21. Казейкин В. С. Энергоэффективное строительство: от инициатив к практическому осуществлению [Текст] / В. С. Казейкин // Журнал Технологии интеллектуального строительства. — 2018. — № 2. — С. 27.

22. ГОСТ Р 70346-2022 «Зеленые» стандарты. Здания многоквартирные жилые «зеленые». Методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 сентября 2022 года № 900-ст.

23. Первый «Активный дом» в России [Электронный ресурс] // РБК. Городская недвижимость <https://realty.rbc.ru> интернет-издание — 2011. — 8 сентября — <https://realty.rbc.ru/news/577d317e9a7947a78ce97ded> (дата обращения: 29.04.2020).

24. Хабелашвили Ш. Г. Компания «Мосстрой 31» построила первый — пассивный в России [Текст] / В. С. Казейкин, В. А. Петров // Журнал Вестник Российского Союза строителей. — 2016, сентябрь-октябрь. — С. 36–37.

25. Росстат зафиксировал рекорд ввода жилья в России [Электронный ресурс] // РБК: Официальный сайт — 2023. — 24 июля — URL: <https://realty.rbc.ru/news/63d2b7489a79475200e6658f>

26. Законопроект № 155842-8 «О малоэтажных жилых комплексах, управлении общим имуществом малоэтажных жилых комплексов», принят в первом чтении Государственной думой 19.10.2022.

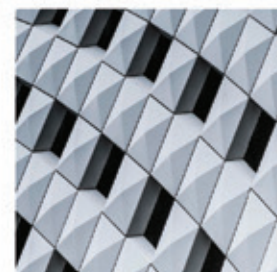


ИнтерСтрой Экспо

МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА
строительных,
отделочных
материалов
и инженерного
оборудования

16 | 17 | 18
АПРЕЛЯ
2024

Санкт-Петербург
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



КОНГРЕСС ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ IBC

Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге



реклама

+7 (812) 401 69 55, interstroyexpo@mvk.ru

Забронируйте стенд:
interstroyexpo.com

НАПОЛЬНЫЕ ГАЗОВЫЕ КОТЛЫ BAXI SLIM — ЛЕГЕНДАРНАЯ НАДЕЖНОСТЬ

Напольные газовые котлы BAXI SLIM более 20 лет поставляются на российский рынок. За это время котлы BAXI SLIM не только не утратили популярности, но и укрепили свои позиции благодаря высокой надежности и хорошим техническим характеристикам. На протяжении многих лет котел с чугунным теплообменником SLIM остается одним из самых востребованных продуктов в России.

ШИРОКИЙ МОДЕЛЬНЫЙ РЯД

Модельный ряд чугунных газовых котлов серии SLIM состоит из десяти моделей с открытой камерой сгорания мощностью от 15 до 62 кВт и пяти моделей с закрытой камерой сгорания мощностью 23 и 30 кВт. С завода-изготовителя поставляются как одноконтурные, так и двухконтурные котлы — со встроенным бойлером из нержавеющей стали для горячей воды емкостью 50 и 60 л.

БЕСПЕРЕБОЙНАЯ РАБОТА

Напольные котлы серии SLIM устойчиво работают при пониженном давлении газа, вырабатывая не менее 50% тепловой мощности при входном давлении газа 5 мбар, что, безусловно, является преимуществом в погодных условиях нашей страны. Наличие непрерывной модуляции пламени, а не ступенчатого переключения экономит газ и обеспечивает плавную и долговечную работу котла.

УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ И БЕЗОПАСНОСТИ

Котлы SLIM оборудованы встроенной электронной системой самодиагностики, которая позволяет автоматически определять до десяти типов возможных неисправностей в работе системы отопления, что упрощает обслуживание котла.

Кроме того, в котлах SLIM имеется автоматическая защита от замерзания, которая активируется при понижении температуры воды до 5 °С. Котлы SLIM оснащены встроенной погодозависимой автоматикой с возможностью подключения датчика

уличной температуры. Это позволяет автоматически изменять температуру системы отопления в зависимости от температуры на улице, что обеспечивает пользователю повышенный комфорт и фактическую экономию газа.

При необходимости к котлу SLIM можно также приобрести систему удаленного управления BAXI Connect+. Управление температурой в контурах отопления и ГВС, недельное и суточное программирование работы контуров отопления и ГВС, диагностика котла и удаленное предупреждение о нарушениях в работе

котла с указанием кода ошибки и возможных причин ее возникновения, удаленное изменение наклона погодозависимой кривой — краткий список возможностей управления с помощью BAXI Connect+.

«УМНАЯ» АВТОМАТИКА КОТЛОВ BAXI SLIM

С января 2023 года котлы SLIM комплектуются новой платой производства Bertelli&Partners. Платы V&P много лет устанавливаются на настенные котлы BAXI четвертого поколения и за эти годы доказали свою надежность и долговечность. Главное преимущество новой платы — это контакты для управления по протоколу OpenTherm и контакты для снятия сигнала об аварии. Теперь для удаленного управления системой BAXI Connect+ не нужно заказывать дополнительную интерфейсную плату. Еще одно преимущество новой платы — возможность снять сигнал об аварии (сухой контакт ON/OFF). Это полезная функция при установке SLIM в коттеджных поселках, объединенных в СНТ (садовое товарищество), с единым пультом управления и контроля работы оборудования.

Подытоживая вышеперечисленные пункты, можно с уверенностью утверждать, что котлы с чугунным теплообменником BAXI SLIM являются надежным и гибким решением для обеспечения теплом и горячей водой помещений большой площади.





XX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ



КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ

BOILERS AND BURNERS



НОВИНКИ
ТЕХНОЛОГИИ
ИННОВАЦИИ
2023



31 ОКТЯБРЯ – 3 НОЯБРЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

ЭКСПОФОРУМ

WWW.BOILERS-EXPO.RU



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:



ОРГАНИЗАТОР:



PROFESSIONAL EXHIBITION & CONGRESS ORGANIZER
Тел. (812) 718-35-37

реклама

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ГРАФИКОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ



КИРИЛЛ ВИТАЛЬЕВИЧ БОГДАНОВ
Инженер лаборатории
разработки схем энергоснабжения
АО «Газпром промгаз».

*Сфера научных интересов:
энергетика, теплоснабжение,
теплотехника, энергоаудит.
В 2021 году окончил Сибирский
федеральный университет
по специальности «теплоэнергетика
и теплотехника». Магистрант
Санкт-Петербургского
политехнического университета
Петра Великого, специальность:
«теплотехнический инжиниринг,
энергоаудит и энергосервис».*

К. В. Богданов, инженер лаборатории разработки схем энергоснабжения АО «Газпром промгаз»

Д. А. Мильков, начальник отдела развития систем теплоэнергоснабжения АО «Газпром промгаз»

А. К. Юдин, заместитель директора научно-технического центра «Комплексное развитие инженерной инфраструктуры» АО «Газпром промгаз» в г. Санкт-Петербурге

А. И. Тютюнников, заведующий лабораторией инженерных систем АО «Газпром промгаз»

А. С. Горшков, заведующий отделом разработки схем и программ развития систем энергоснабжения АО «Газпром промгаз»

ВВЕДЕНИЕ

Тепловая нагрузка здания и расход в нем тепловой энергии на отопление зависят от:

- назначения здания и установленных для него параметров микроклимата внутреннего воздуха [1];
- теплозащитных характеристик ограждающих конструкций [2, 3];
- наружных климатических условий (температуры наружного воздуха, относительной влажности, скорости и направления ветра) [4, 5].

Теплозащитные характеристики ограждающих конструкций, а также параметры микроклимата внутреннего воздуха, как правило, остаются неизменными в течение всего отопительного периода. В отличие от них наружные климатические условия являются переменными и могут в значительной степени изменяться не только в долгосрочной перспективе (в течение отопительного периода), но и в краткосрочной (в течение одних или нескольких суток). При этом в последние годы во многих регионах Российской Федерации наблюдается устойчивая тенденция повышения температуры

приземного слоя наружного воздуха, уменьшения продолжительности холодного периода года и увеличения продолжительности теплого [6–8].

Параметры микроклимата в здании устанавливаются в зависимости от баланса поступлений и потерь тепловой энергии. Для установления комфортных параметров микроклимата теплопоступления должны компенсировать теплопотери при любой температуре наружного воздуха. С этой целью выполняется регулирование тепловой нагрузки, которое может осуществляться:

- на источнике тепловой энергии (*центральное*);
- в центральных тепловых пунктах (*групповое*);
- в тепловых пунктах, установленных на абонентских вводах (*местное*);
- на отопительных приборах (*индивидуальное*).

Основными изменяемыми показателями сетевой воды являются расход и температура. В зависимости от изменяемого показателя применяют следующие методы регулирования:

- *качественное*, когда изменяется температура сетевой воды при неизменном ее расходе;

- *количественное*, когда изменяется расход сетевой воды при неизменной температуре;

- *качественно-количественное*, когда могут изменяться оба показателя сетевой воды — и расход и температура.

В системах централизованного теплоснабжения применяется, как правило, качественное регулирование сетевой воды, при котором создаются наиболее благоприятные гидравлические условия для большинства абонентских установок. При этом на каждом источнике тепловой энергии разрабатывается и утверждается температурный график регулирования тепловой нагрузки потребителей.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

При качественном регулировании в крупных системах теплоснабжения, как правило, применяется температурный график 150/70 °С, в котором в числителе указана температура теплоносителя в подающем трубопроводе, в знаменателе — в обратном. В последние годы наметилась тенденция применения графиков с так называемыми срезками температур сетевой воды в подающем трубопроводе на уровне 130, 120, 115 или 110 °С. Ранее нормы содержали прямой запрет на использование срезок температурных графиков [9]. Однако позже, в связи с практически повсеместным использованием «срезок» на температурном графике, данный запрет из нормативных документов был исключен.

Основными причинами появления «срезок» являются [10]:

- *надзорные* (при температуре теплоносителя до 115 °С, энергетические объекты, производящие и транспортирующие тепловую энергию, не подлежат обязательной регистрации в Ростехнадзоре);

- *экономические* (нежелание теплоснабжающих организаций в холодные периоды отопительного сезона включать пиковые водогрейные котлы на ТЭЦ и расходовать дорогостоящий мазут);

- *эксплуатационные*.

К последним в первую очередь следует отнести:

- значительный физический износ энергетического оборудования ТЭЦ и котельных (водогрейных котлов и/или сетевых подогревателей), а также тепловых сетей (трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры, компенсаторов) [11–14].

- использование для замедления коррозии трубопроводов специальных веществ (ингибиторов), которые при температуре сетевой воды выше 120 °С подвержены разложению;

- применение для тепловой изоляции трубопроводов ППУ-изоляции, которая при температуре сетевой воды выше 120 °С подвержена разрушению и продукты распада которой оказывают агрессивное коррозионное воздействие на трубопроводы.

Вышеперечисленные причины можно дополнить также несоответствием фактических (расчетных) и договорных тепловых нагрузок потребителей [15, 16].

Для вновь создаваемой зоны теплоснабжения проектирование источников тепла, тепловых сетей и приемников тепла должно производиться на максимальную расчетную температуру сетевой воды на выходе из источника, устанавливаемую на основе технико-экономического расчета (СП 124.13330, см. п. 7.2).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рассмотрим влияние расчетной температуры сетевой воды на технико-экономические показатели конкретной системы теплоснабжения при качественном регулировании.

При повышении верхнего значения расчетной температуры теплоносителя и, как следствие, перепада температур снижаются расходы сетевой воды и электроэнергия на передачу тепловой энергии, уменьшаются диаметры и стоимость тепловых сетей, а также затраты на абонентские установки (калориферы систем вентиляции, теплообменники отопления и ГВС). С другой стороны, могут увеличиться потери тепловой энергии в тепловых сетях.

Предельная расчетная температура подающей сетевой воды определяется также следующими факторами:

- установленной мощностью котельной, типом и характеристиками применяемых котлов (максимальной температурой нагрева воды): на температуру 150 °С рассчитаны только котлы большой мощности, например, ПТВМ, КВ ГМ; котлы малой и средней теплопроизводительности выпускаются, как правило, на максимальные температуры в диапазоне от 90 до 115 °С;

- применяемыми материалами для труб и тепловой изоляции, например, современные полимерные трубы рассчитаны, как правило, на температуру до 90 °С, а ППУ-изоляция — до 130 °С;



ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ МИЛЬКОВ

Начальник отдела развития систем теплоэнергоснабжения АО «Газпром промгаз».

Сфера научных интересов: энергетика, теплоснабжение, финансовый анализ, финансовое планирование и бюджетирование на предприятии, экономическая эффективность инвестиционных проектов.

В 2008 году окончил физический факультет Санкт-Петербургского государственного университета по специальности «физика».

С 2010 года работает в сфере энергетики. Участвует в разработке программ комплексного развития, схем теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения, программ развития газификации регионов, поселений и городов федерального значения. Разрабатывает технико-экономические обоснования инвестиционных проектов в сфере теплоснабжения как для формирования концессионных соглашений, так и в интересах теплоснабжающих организаций.



АЛЕКСАНДР КОНСТАНТИНОВИЧ ЮДИН
 Заместитель директора научно-технического центра «Комплексное развитие инженерной инфраструктуры» в г. Санкт-Петербурге.
 Сфера научных интересов: энергетика, теплоснабжение, теплотехника, водоснабжение и водоотведение, энергосбережение. Окончил Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого по специальности «теплоэнергетика и теплотехника».

- схемой присоединения к тепловой сети и типом ИТП, а также расчетным температурным режимом в системах теплоснабжения (отопления, вентиляции и ГВС). При снижении расчетных температур теплоносителя возрастает требуемая поверхность теплоотдачи приборов и стоимость внутренних систем.

При сравнении альтернативных вариантов централизованных систем теплоснабжения, в которых реализованы идентичные требования по составу и величине тепловых нагрузок, а также объемам потребления тепловой энергии, применяется метод расчета стоимости жизненного цикла. Критерием выбора наиболее предпочтительного варианта проекта централизованной системы теплоснабжения принимается минимальная стоимость жизненного цикла системы теплоснабжения, структура и состав которой обеспечивают требуемые тепловые нагрузки и заданный уровень надежности системы. При этом учитываются только те составляющие затрат, величина которых меняется при изменении температурного графика, а именно:

- **единовременные затраты на строительство (реконструкцию) системы теплоснабжения до ввода ее в эксплуатацию, включающие**

стоимость строительства магистральных и распределительных тепловых сетей, которые имеют одинаковую пространственную структуру и протяженность для всех вариантов, но различный диаметр трубопроводов, который увеличивается при снижении разницы температур в прямом и обратном трубопроводах в связи с пропорциональным увеличением циркуляции теплоносителя;

- **суммарные затраты на эксплуатацию** в течение расчетного периода, которые включают затраты на электроэнергию, необходимые для перекачки теплоносителя с параметрами циркуляции, определяемыми температурным графиком, на эксплуатацию (техническое обслуживание и ремонт) тепловых сетей, имеющих различный диаметр трубопроводов, а также стоимость тепловых потерь в тепловых сетях вследствие различных диаметров трубопроводов и изменением параметров циркуляции теплоносителя для различных температурных графиков.

Все остальные составляющие капитальных затрат на строительство системы теплоснабжения, а также показатели затрат на эксплуатацию в течение расчетного периода одинаковы для всех вариантов температурного графика и поэтому для сравнительной оценки не используются.

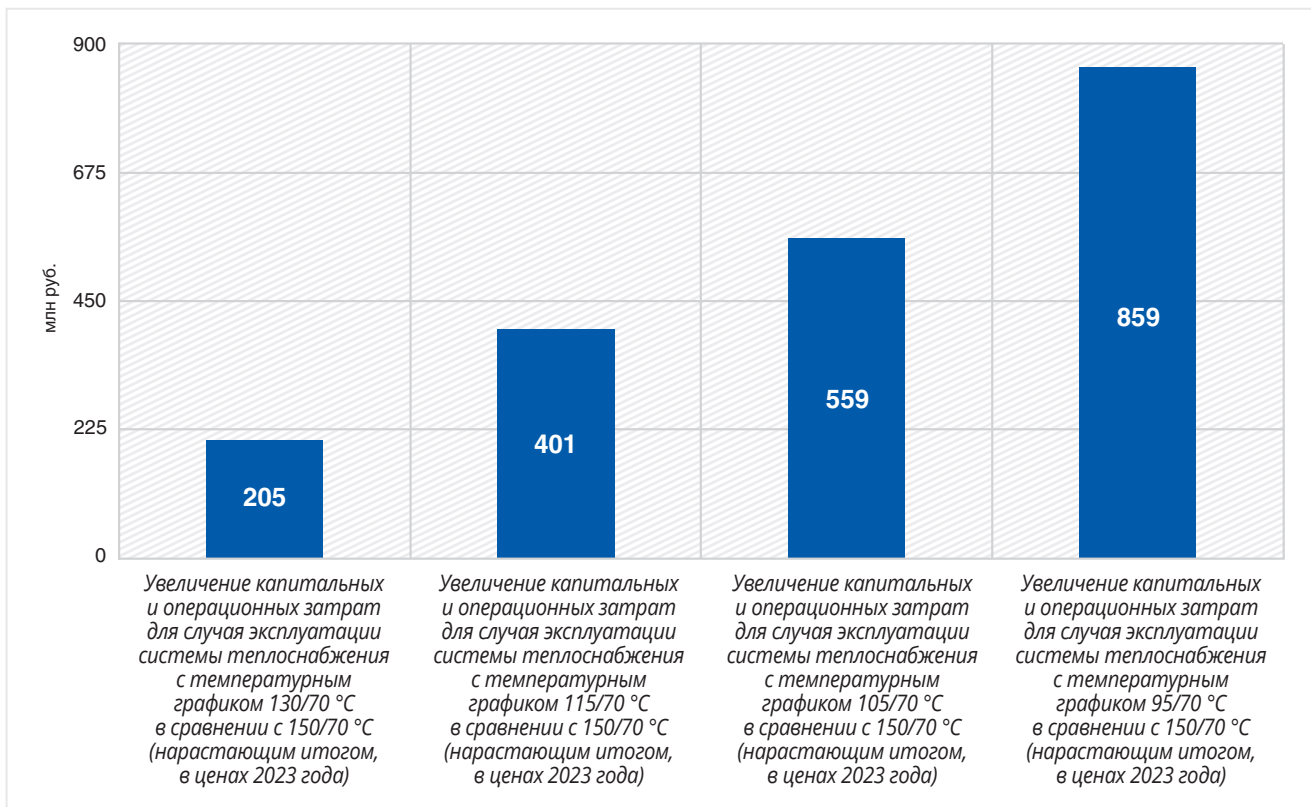


Рис. 1. Суммарное увеличение капитальных и операционных затрат для вариантов эксплуатации системы теплоснабжения с разными температурными графиками в сравнении с графиком 150/70 °C (нарастающим итогом за период жизненного цикла в ценах 2023 года)

В качестве примера для обоснования параметров графика качественного регулирования рассмотрим изолированную систему теплоснабжения с присоединенными к ней потребителями в количестве 129 и полезным отпуском тепловой энергии в объеме 71 760 Гкал. Потребители оборудованы системами отопления с параметрами 95/70 °С, присоединенными к тепловым сетям по зависимой схеме через автоматизированный ИТП.

При исследовании рассматривались температурные графики с расчетной температурой сетевой воды в подающей магистрали: 150, 130, 115, 105 и 95 °С, температуры обратной воды для всех графиков приняты одинаковыми и равными 70 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Капитальные затраты

Расчет прогнозируемых единовременных (капитальных) затрат при различных вариантах температурного графика осуществляется на основе расчетных показателей параметров тепловой сети рассматриваемой системы теплоснабжения, определяемых по результатам моделирования гидравлических режимов тепловой сети.

Расчет капитальных затрат выполнен с использованием удельных показателей стоимости строительства тепловых сетей, представленных в утвержденной Схеме теплоснабжения Санкт-Петербурга [17, см. том 1 глава 12], уточненных на 2023 год с учетом индексов-дефляторов по строке инвестиции в основной капитал Прогноза социально-экономического развития РФ [18], а также с учетом интерполяции. Результаты сопоставления капитальных затрат для пяти различных графиков регулирования приведены в табл. 1.

Операционные затраты

На основе результатов моделирования гидравлических режимов тепловой сети определены показатели годового расхода тепловой энергии на компенсацию потерь тепловой энергии при ее передаче потребителям при различных температурных графиках. Далее обратным счетом определяем необходимый отпуск тепловой энергии с коллекторов. В соответствии с технико-экономическими параметрами работы котельных и тепловых сетей, используемых для расчета предельного уровня цены на тепловую энергию [19], определяем расход топлива при различных температурных графиках.

С целью расчета расхода электрической энергии определим тепловую нагрузку потребителей в соответствии с данными СП 131.13330 (см. табл. 3.1), а далее требуемую мощность котельной в соответствии с СП 89.13330. Определим мощность сетевых насосов в соответствии со справочником [20, см. с. 404]. Расход электрической энергии на перекачку теплоносителя по тепловым сетям определим с учетом продолжительности работы насосов 8424 ч в течение года.

Стоимость электроэнергии и топлива принималась на основе параметров финансово-хозяйственной деятельности, утвержденных при установлении тарифа на 2023 год для ГУП «ТЭК СПб» Комитетом по тарифам Санкт-Петербурга [21, 22].

Стоимости технического обслуживания и ремонта, удельного расхода топлива принимались в соответствии с технико-экономическими параметрами работы котельных и тепловых сетей, используемых для расчета предельного уровня цены на тепловую энергию [19]. Результаты расчета



АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ ТЮТЮННИКОВ

Заведующий лабораторией инженерных систем АО «Газпром промгаз».

Сфера научных интересов: теплофизика, строительная теплотехника, энергетика, теплоснабжение, отопление, кондиционирование.

Полковник, доцент, кандидат технических наук.

Ведущий специалист в области энергосбережения возобновляемых и вторичных источников энергии в теплоснабжении.

Автор более 60 научных трудов, в том числе 2 монографий, 12 изобретений и 3 учебно-методических пособий.

В 1999 году за цикл научно-исследовательских работ удостоен диплома и Золотой медали Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН).

Таблица 1. Расчет капитальных затрат по строительству тепловых сетей для вновь создаваемой зоны теплоснабжения

№ пп.	Наименование показателя	Ед. изм.	Температурный график				
		°С	150/70	130/70	115/70	105/70	95/70
1	Средневзвешенный диаметр тепловых сетей	м	177	194	215	232	262
2	Материальная характеристика тепловых сетей по варианту	м ²	2579	2826	3135	3387	3823
3	Протяженность	м	29 141	29 141	29 141	29 141	29 141
4	Удельная стоимость строительства тепловых сетей	тыс. руб/м	72,75	77,33	82,36	86,23	92,48
5	Стоимость строительства тепловых сетей (цены 2023 года, без НДС)	млн руб.	2120	2254	2400	2513	2695



АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ ГОРШКОВ
 Заведующий отделом разработки
 схем и программ развития
 систем энергоснабжения
 АО «Газпром промгаз».
 Сфера научных интересов:
 теплофизика, строительная
 теплотехника, энергетика,
 теплоснабжение, климатология.
 Доктор технических наук.
 Член научно-технического совета
 в сфере жилищно-коммунального
 хозяйства Санкт-Петербурга
 при Жилищном комитете.
 Автор более 200 научных работ, в том
 числе 5 монографий, 19 патентов
 и авторских свидетельств.

операционных затрат для вновь создаваемой зоны теплоснабжения приведены в табл. 2.

Суммарные изменения капитальных и операционных затрат

Суммирование капитальных и операционных затрат для рассматриваемых вариантов эксплуатации систем теплоснабжения с различными температурными графиками в сравнении с графиком 150/70 °С на период жизненного цикла приведено в табл. 3 и графически показано на рис. 1.

Выводы

1. С позиции экономической эффективности наиболее предпочтительным является температурный график 150/70 °С.

2. Для температурного графика 150/70 °С снижаются расходы сетевой воды и электроэнергии на передачу тепловой энергии, уменьшаются диаметры и стоимость тепловых сетей, а также затраты на абонентские установки.

3. При этом тепловые потери в тепловых сетях при их подземной прокладке практически не зависят от рассматриваемых температурных графиков.

4. Основными факторами, определяющими выбор расчетных параметров температурных графиков, являются материальная характеристика тепловой сети и расход

электроэнергии на циркуляцию теплоносителя, которые при повышении расчетной температуры в подающей магистрали с 95 до 150 °С снижаются в 1,5 и в 3,2 раза соответственно.

5. В Санкт-Петербурге на такие параметры запроектированы и функционируют системы теплоснабжения от Юго-Западной ТЭЦ и некоторых котельных ГУП «ТЭК СПб» («Парнас-4», пр. Ветеранов, д. 186, корп. 5, пр. Королева, д. 81, корп. 1). Для большинства источников тепловой энергии, расположенных на территории Санкт-Петербурга, утверждены «срезки» температурного графика с более низкими температурами подачи сетевой воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дацюк Т. А., Гримитлин А. М. Моделирование тепловлажностного режима при проектировании зданий // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 3 (38). С. 117–121.

2. Горшков А. С., Немова Д. В., Рымкевич П. П. Экономим или нет? Российские энергосберегающие требования // Энергосбережение. 2014. № 2. С. 26–32.

3. Горшков А. С., Немова Д. В., Рымкевич П. П. Сравнительный анализ затрат тепловой энергии, эксплуатационных затрат на отопление и затрат топливно-энергетических ресурсов для многоквартирного жилого здания при различных минимальных требованиях к уровню тепловой

Таблица 2. Расчет операционных затрат эксплуатации вновь создаваемой зоны теплоснабжения

№ пп.	Наименование показателя	Ед. изм.	Температурный график					
			°С	150/70	130/70	115/70	105/70	95/70
1.	Расчет изменения затрат на топливо							
1.1.	Установленная тепловая мощность котлов	Гкал/ч	29,2	29,2	29,2	29,2	29,2	29,2
1.2.	Тепловая нагрузка	Гкал/ч	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4
1.3.	Полезный отпуск тепловой энергии	Гкал	71 760	71 760	71 760	71 760	71 760	71 760
1.4.	Потери в сетях при передаче тепловой энергии	Гкал	3201	3060	2998	2967	3006	
1.5.	Доля потерь в сетях при передаче тепловой энергии (от отпуска в сеть)	%	4,27	4,09	4,01	3,97	4,02	
1.6.	Отпуск тепловой энергии с коллекторов	Гкал	74 961	74 820	74 758	74 727	74 766	
1.7.	Среднегодовой удельный расход условного топлива	кг у.т./Гкал	156,1	156,1	156,1	156,1	156,1	
1.8.	Расход условного топлива (годовой)	т у.т.	11 701	11 679	11 670	11 665	11 671	
1.9.	Расход натурального топлива (природного газа)	тыс. м ³	10 368	10 349	10 340	10 336	10 341	
1.10.	Цена на природный газ (в ценах 2023 года без НДС)	тыс. руб./тыс. м ³	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	



30-я ЮБИЛЕЙНАЯ
**ВЫСТАВКА
СТРОИМ ДОМ**

ООО «КНАУФ ГИПС»
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР



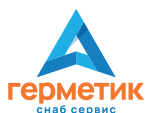
Benjamin Moore®

реклама

7-8 октября

ЭКСПОФОРУМ Павильон G

- СТРОЙМАТЕРИАЛЫ
- ИНЖЕНЕРИЯ
- КАМИНЫ
- ЛАНДШАФТ
- СЕМИНАРЫ
- И МАСТЕР-КЛАССЫ



Solutions for Building Technology

Совсем другая краска



colorsmart.ru

Санкт-Петербург, Петербургское шоссе 64/1
Бесплатный вход (812) 425-14-15

с 11:00 до 18:00
exposfera.spb.ru



**ВЫСТАВКА
ИНТЕРЬЕРНЫЙ
САЛОН**

0+

7-8 октября

ЭКСПОФОРУМ Павильон G

- ДИЗАЙН
- ДЕКОР
- РЕМОНТ
- ИНТЕРЬЕР



Бизнес-партнер



Генеральный партнер



Декоративные материалы
для интерьера

Санкт-Петербург, Петербургское шоссе 64/1
Бесплатный вход (812) 425-14-15

с 11:00 до 18:00
exposfera.spb.ru

№ пп.	Наименование показателя	Ед. изм.	Температурный график				
		°С	150/70	130/70	115/70	105/70	95/70
1.11.	Затраты на топливо	тыс. руб.	69 994	69 862	69 804	69 775	69 811
2.	Расчет изменения затрат на электроэнергию						
2.1.	Продолжительность работы	ч	8424	8424	8424	8424	8424
2.2.	Мощность сетевых насосов	кВт	101,5	135,3	180,4	231,9	324,7
2.3.	Напор	м	80	80	80	80	80
2.4.	Разность температур	°С	80	60	45	35	25
2.5.	Расход	т/ч	365	487	649	835	1168
2.6.	Расход электрической энергии на перекачку теплоносителя по тепловым сетям	тыс. кВт·ч	855	1 140	1 519	1 954	2 735
2.7.	Цена на электроэнергию (в ценах 2023 года без НДС)	руб/ кВт·ч	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60
2.8.	Затраты на электроэнергию	тыс. руб.	5645	7527	10 036	12 903	18 064
2.9.	Изменение затрат на электроэнергию по отношению к графику 150/70 (- уменьшение, + увеличение)	тыс. руб.	—	1882	4391	7258	12 419
2.10.	Изменение затрат на электроэнергию по отношению к графику 150/70 (- уменьшение, + увеличение)	%	—	33,33	77,78	128,57	220,00
3.	Расчет изменения затрат на эксплуатацию тепловых сетей						
3.1.	Коэффициент расходов на техническое обслуживание и ремонт основных средств тепловых сетей от капитальных затрат	—	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
3.2.	Стоимость эксплуатации тепловых сетей	тыс. руб./ год	31 801	33 803	36 000	37 691	40 424
3.3.	Изменение затрат на эксплуатацию тепловых сетей по отношению к графику 150/70 (- уменьшение, + увеличение)	тыс. руб./ год	—	2003	2197	1691	2733
3.4.	Изменение затрат на эксплуатацию тепловых сетей по отношению к графику 150/70 (- уменьшение, + увеличение)	%	—	6,30	13,20	18,52	27,12

защиты ограждающих конструкций // Кровельные и изоляционные материалы. 2013. № 2. С. 34–39.

4. Ливчак В. И. Градусо-сутки отопительного периода как инструмент сравнения уровня энергоэффективности зданий в России и в других странах // Энергосбережение. 2015. № 6. С. 20–25.

5. Бродач М. М. Оптимальный учет энергетического воздействия наружного климата на здание // АВОК. 2018. № 3. С. 12–23.

6. Хлебников Е. И., Дацюк Т. А., Салль И. А. Воздействие изменений климата на строительство, наземный транспорт, топливно-энергетический комплекс // Труды Главной геофизической

обсерватории им. А. И. Воейкова. 2014. № 574. С. 125–178.

7. Горшков А.С. Влияние климата на энергопотребление зданий // Энергосбережение. 2017. № 3. С. 16–21.

8. Gorshkov A.S., Vatin N.I., Rymkevich P.P. Climate change and the thermal island effect in the million-plus city // Construction of Unique Buildings and Structures. 2020. № 4 (89). P. 8902. DOI: 10.18720/CUBS.89.2.

9. Шарапов В. И., Ротов П. В. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения. М.: Новости теплоснабжения, 2007. — 164 с.

10. Борисов К. Е. Влияние качества теплоснабжения на фактические тепловые нагрузки систем отопления

и горячего водоснабжения многоквартирных домов. Опыт Кемерово // Энергосбережение. 2021. № 7. С. 58–67.

11. Кирюхин С. Н., Сеннова Е. В., Шиманская А. О. Оценка данных о технологических нарушениях в тепловых сетях // Энергосбережение. 2018. № 6. С. 22–26.

12. Горшков А. С., Рымкевич П. П. Износ и повреждение тепловых сетей. Решение проблемы качества и надежности энергоснабжения // Энергосбережение. 2019. № 4. С. 50–55.

13. Горшков А. С., Рымкевич П. П. Износ и повреждение тепловых сетей. Решение проблемы качества и надежности энергоснабжения // Энергосбережение. 2019. № 5. С. 62–72.

Таблица 3. Суммарное увеличение капитальных и операционных затрат для вариантов эксплуатации системы теплоснабжения с разными температурными графиками в сравнении с графиком 150/70 °С (нарастающим итогом)

№ пп.	Наименование показателя	Ед. изм.	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2042
1	Увеличение капитальных и операционных затрат для случая эксплуатации системы теплоснабжения с температурным графиком 130/70 °С в сравнении с 150/70 °С (нарастающим итогом, в ценах 2023 года)	млн руб.	134	137	141	145	149	152	156	209
2	Увеличение капитальных и операционных затрат для случая эксплуатации системы теплоснабжения с температурным графиком 115/70 °С в сравнении с 150/70 °С (нарастающим итогом, в ценах 2023 года)	млн руб.	280	286	293	299	306	312	318	408
3	Увеличение капитальных и операционных затрат для случая эксплуатации системы теплоснабжения с температурным графиком 105/70 °С в сравнении с 150/70 °С (нарастающим итогом, в ценах 2023 года)	млн руб.	393	401	410	419	428	436	445	567
4	Увеличение капитальных и операционных затрат для случая эксплуатации системы теплоснабжения с температурным графиком 95/70 °С в сравнении с 150/70 °С (нарастающим итогом, в ценах 2023 года)	млн руб.	575	590	605	620	635	650	665	874

14. Моисеев Е. Ю. Анализ статистики аварийных ситуаций на тепловых сетях г. Дубна // Системный анализ в науке и образовании. 2015. № 3 (29). С. 11–20.

15. Gorshkov A. S., Yuferev Y. V., Kabanov M. S. Analysis of thermal loads and specific consumption of thermal energy in apartment buildings // Thermal Engineering. 2021. Vol. 68. No 8. Pp. 654-661. DOI: 10.1134/S0040601521050050.

16. Юферев Ю. В., Артамонова И. В., Горшков А. С. Об анализе тепловых нагрузок потребителей при разработке и актуализации схем теплоснабжения // Новости теплоснабжения. 2017. № 8. С. 32.

17. Приказ Минэнерго России от 04.08.2022 № 762 Об утверждении Схемы теплоснабжения Санкт-Петербурга до 2033 года (актуализация на 2023 год).

18. Прогноз социально-экономического развития РФ на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов (от 28.09.2022).

19. Постановление Правительства РФ от 15 декабря 2017 года № 1562 «Об определении в ценовых зонах теплоснабжения предельного уровня цены на тепловую энергию (мощность), включая индексацию предельного уровня цены на тепловую энергию (мощность), и технико-экономических параметров работы котельных и тепловых сетей, используемых для расчета предельного уровня цены на тепловую энергию (мощность)».

20. В. И. Манюк, Я. И. Каплинский, Э. Б. Хиж и др. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: Справочник // М.: Стройиздат, 1988, С. 404.

21. Протокол заседания правления Комитета по тарифам Санкт-Петербурга от 18.11.2022 № 185.

22. Протокол рабочего совещания Комитета по тарифам Санкт-Петербурга от 06.10.2022 № 170-ГС.

ЛИДЕР СТРОИТЕЛЬНОГО КАЧЕСТВА

XII КОНКУРС «ЛИДЕР СТРОИТЕЛЬНОГО КАЧЕСТВА - 2023»

К участию в I-м этапе конкурса приглашаются производители и поставщики строительных материалов Северо-Западного Федерального округа.

НОМИНАЦИИ:

- Строительные материалы
- Строительные изделия и конструкции
- Инженерные системы и оборудование

К участию во II-м этапе конкурса приглашаются строительные организации Северо-Западного Федерального округа независимо от форм собственности, имеющие допуски на строительство и право производства работ.

НОМИНАЦИИ:

- Лучший объект жилищного строительства
- Лучший объект коммерческого строительства
- Лучший объект промышленного строительства
- Лучший объект социально-гражданского строительства
- Лучший объект малоэтажного строительства

www.lider-kachestva.ru

ГЛАВСТРОЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Генеральный партнер

Генеральный информационный партнер

Информационные партнеры

Интернет-партнеры

Генеральный оператор конкурса

Официальный информационный партнер

reклама

АО «САФОНОВСКИЙ ЗАВОД «ТЕПЛОКОНТРОЛЬ»: ПРЕДПРИЯТИЕ И ПРОДУКЦИЯ

АО «Сафоновский завод «Теплоконтроль» (г. Сафонов) с 1960 года работает на рынке трубопроводной регулирующей арматуры и является крупнейшим российским производителем приборов контроля и регулирования технологических процессов, средств автоматизации, приборов теплоснабжения и нестандартного оборудования.



Предприятие имеет 62-летний опыт производства более чем 100 видов продукции, при этом является единственным российским предприятием, выпускающим регуляторы температуры типа 2РТ для систем корабельной вентиляции и широкий спектр регуляторов температуры типа РТП для систем охлаждения дизельных двигателей.

Основное направление деятельности предприятия — производство приборов для теплоэнергетического комплекса, систем автоматизации отопления, горячего и холодного водоснабжения, в которых широко применяются:

- регуляторы температуры прямого действия РТ-ДО(ДЭ); РТЦГВ; РТЦГВ-М; РТ-ТС; РТ-ТР;
- регуляторы расхода и давления прямого действия РР и РД; РДПД; РПДПД;

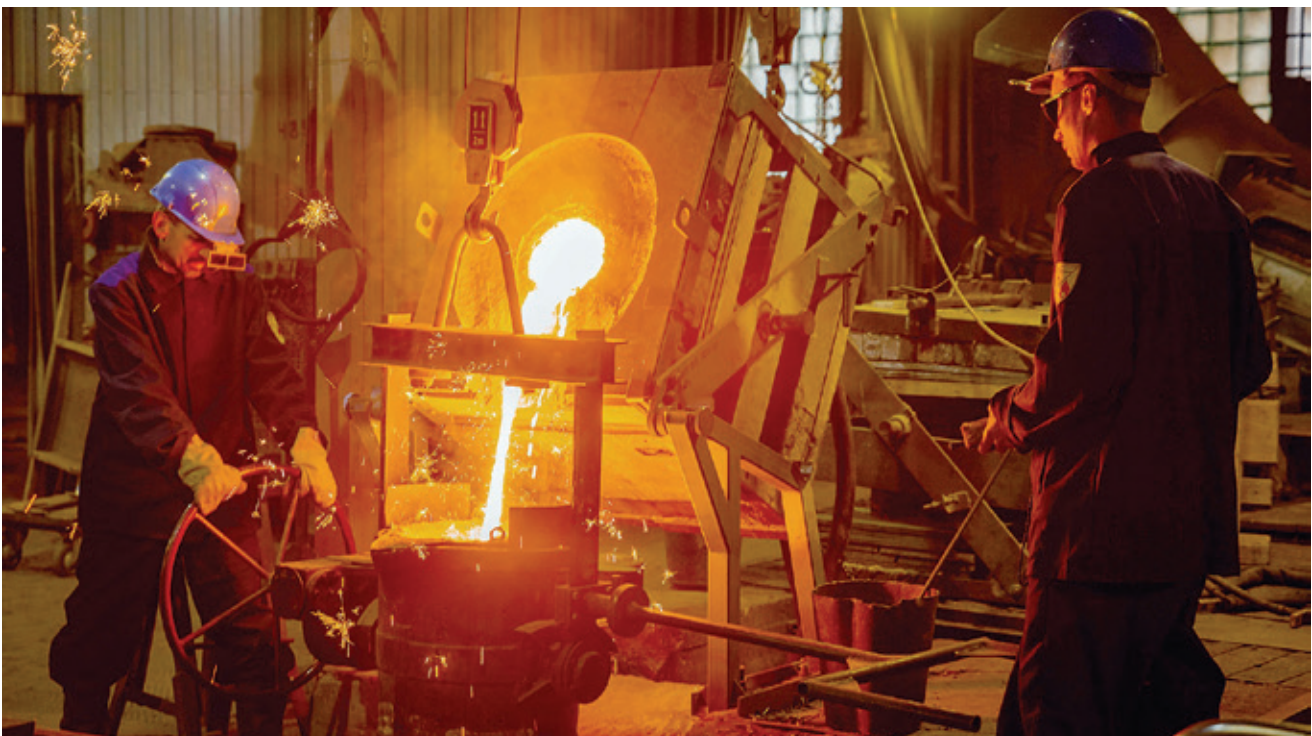
- клапаны регулирующие с электрическим приводом КР-1; КР-1ТР;
- регуляторы температуры и давления электронные КР-1Т; КР-1Д;
- регулятор расхода тепловой энергии РРТЭ;
- термометры манометрические ТКП-160Сг-МЗ/МЗ-1; ТКП/ТГП-100Эк; ТКП-60С/ТКП-100С;
- термодатчики ТД-М.

Все изделия отличаются простотой в обслуживании, эксплуатационной надежностью, ремонтопригодностью. Высокие эксплуатационные характеристики выпускаемого оборудования подтверждаются многолетним опытом его применения в различных отраслях промышленности, на предприятиях тепловой энергетики, химии и металлургии, машиностроения, в промышленности строительных материалов, в пищевой промышленности,

в коммунальном хозяйстве и других отраслях промышленности как в России, так и в странах ближнего зарубежья, Юго-Восточной Азии, Восточной Европы, на Ближнем Востоке.

Предприятие располагает полным циклом производства: литейное (в том числе литье по газифицированным моделям), механообрабатывающее и инструментальное производства, гальванический, покрасочный и сборочные цеха, что позволяет выполнить любой заказ в максимально сжатые сроки.

На предприятии внедрена система менеджмента качества, соответствующая требованиям международного стандарта ISO 9001:2015, что подтверждено выданным сертификатом соответствия № 21.1488.026.





Теплоконтроль™

настройся на теплую жизнь

www.tcontrol.ru



Регуляторы расхода
и давления РР и РД

Регуляторы температуры
РТ-ДО(ДЗ)



Клапаны регулирующие
двухходовые КР-1М
с электроприводом

Клапаны регулирующие
КР-ТР с электроприводом



sbyt@tcontrol.ru

www.tcontrol.ru

215503, Смоленская область, г. Сафоново, ул. Ленинградская, д. 18
8-800-201-58-67, 8 (48142) 2-84-15 - приемная

ИЛОВЫЙ ОСАДОК СТОЧНЫХ ВОД. ОБЗОР МЕТОДИК УТИЛИЗАЦИИ



АРТЕМ ОЛЕГОВИЧ КРУПЕНКО
Кандидат экономических наук,
исполнительный директор
Национальной ассоциации
водоснабжения и водоотведения
(НАВВ), ответственный секретарь
научно-экспертного совета
консорциума «Строительство
и архитектура».

В данный момент в коммунальном хозяйстве России образуется более 100 млн тонн осадков сточных вод ежегодно. Иловый осадок — второй по объему поток отходов в ЖКХ после ТКО. В городах, численность которых превышает 100 тыс. человек, остро стоит проблема утилизации осадков сточных вод.

В России основная часть осадка утилизируется на полигонах, однако назрела необходимость разработки эффективных и экологических технологий утилизации отходов в качестве вторичного материального ресурса экономики замкнутого цикла.

Воздействие атмосферных осадков на иловые карты приводит к загрязнению поверхностных и подземных вод. Складирование на иловых площадках приводит к накоплению в почве солей тяжелых металлов, загрязняющих почву и атмосферный воздух.

В зарубежных странах для утилизации осадков сточных вод преобладают методы сжигания, захоронения, а также компостирования.

А. О. Крупенко, к. э. н., исполнительный директор НАВВ, ответственный секретарь научно-экспертного совета консорциума «Строительство и архитектура»

В. О. Гулевич, руководитель юридического департамента НАВВ

«Экономика замкнутого цикла» получает активное развитие благодаря инициативе Правительства. Концепция циклической экономики — это проект по созданию системы, при которой отходы получают вторую жизнь и станут полезным вторичным материальным ресурсом.

Одним из самых многообещающих направлений циклической экономики является использование отходов производства (в частности, илового осадка канализационных сооружений) в качестве ресурса для производства продукции с высокой добавленной стоимостью.

Проблемы утилизации илового осадка существуют в каждом городе, где функционирует современная система очистки сточных вод. В России и мире пока не найден оптимальный унифицированный способ утилизации илового осадка сточных вод.

Осадки сточных вод — сложная многокомпонентная система, состоящая из органической и минеральной частей. В них содержится большое количество канцерогенных и токсичных веществ, солей тяжелых металлов, синтетических ПАВ. Осадки имеют бактериологическую загрязненность живыми микроорганизмами (бактерии, водоросли, дрожжевые и плесневые грибы, простейшие) и паразитами (личинки и яйца гельминтов).

Разнообразие илового осадка по химическому и микробиологическому составу приводит к тому, что пока не принят универсальный метод обращения с отходами, который бы подошел всем городам без исключения, поэтому для каждого города необходимо разрабатывать индивидуальные методы утилизации, учитывающие специфику конкретной территории. Отрасль нуждается в унификации методов утилизации в зависимости от состава илового осадка.

Выбор технологических схем обработки осадков следует производить

по результатам технико-экономических расчетов с учетом их состава и свойств, физико-химических и теплофизических характеристик и с учетом последующих методов использования или размещения в окружающей среде.

Любая схема обработки осадков должна отвечать следующим требованиям: возможности использования или ликвидации осадка, целесообразности использования побочных продуктов (газа, тепла), экономии площадей, занимаемых очистными сооружениями. При выборе методов и оборудования для переработки осадков сточных вод существенную роль играют их состав, количество, стоимость оборудования и реагентов, экологическая безопасность. Выбор рациональной технологической схемы обработки осадка является сложной инженерно-экономической и экологической задачей, но в любом случае технологическая схема строится на комбинации различных методов обработки осадков.

В настоящее время деятельность по обращению с отходами производства и потребления регулируется перечнем нормативных актов. При этом в нормативных документах присутствуют подчас противоречивые, ограниченные, разрозненные и неупорядоченные сведения, относящиеся к различным технологическим стадиям или этапам обращения с отходами. Многие этапы утилизации не регулируются законодательно. Это сказывается и на качестве создаваемой нормативно-методической документации по обращению с отходами, и на эффективности утилизации илового осадка.

Экологическая политика России направлена на переход к экономике замкнутого цикла, поэтому набирают актуальность технологии, позволяющие осуществлять переработку отходов во вторичное сырье с последующим вовлечением в хозяйственный оборот.

Деятельность по переработке отходов должна быть направлена на минимизацию воздействия на окружающую среду путем сокращения образования отходов, интенсивности использования ресурсов благодаря превращению отходов

и товаров по окончании срока их службы в ресурсы для других производств в результате повторного использования, восстановления, утилизации отходов и других практик.

Для выбора наиболее эффективной технологии обращения с осадком необходимо учитывать множество факторов, в том числе зависимость конечного продукта технологии от рынка сбыта, потенциальный вред окружающей среде при складировании отходов, капитальные и операционные расходы, энергоэффективность и многое другое.

Производство компоста не приводит к удалению из осадка суперэтоксикантов, тяжелых металлов и микропластиков, что является существенным ограничением применения компостирования. Использование высушенного осадка в качестве удобрения или почвогрунта для рекультивации земель без последующей термической переработки представляет угрозу для человека и окружающей среды.

Переработка илового осадка сжиганием — наиболее распространенная термическая технология утилизации илового осадка в мире. Общий недостаток для всех процессов



ВИЛЕНА ОЛЕГОВНА ГУЛЕВИЧ
Окончила Московский государственный университет инженерной экологии по специальности «инженер-конструктор», Московский университет им. С. Ю. Витте по специальности «юриспруденция». В сфере водоснабжения работает с 2010 года. С 2014 года работает в Национальной ассоциации водоснабжения и водоотведения (ранее Ассоциация водоснабжения и водоотведения Московской области) — НАВВ.

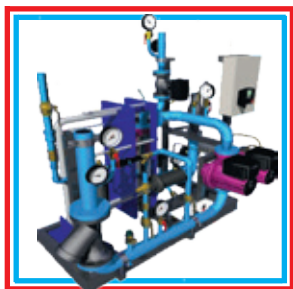
30 **СИНГЛО**
ЛЕТ НАДЕЖНЫХ РЕШЕНИЙ



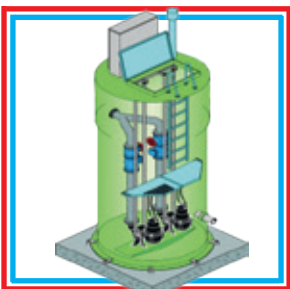
Санкт-Петербург (812) 327-25-94
Москва (499) 681-18-67
Петрозаводск (8142) 56-62-66

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ



КОМПЛЕКТНЫЕ КНС



НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ



АВТОМАТИКА и КИП



КАЧЕСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

www.cinto.ru

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СЕРВИС

НАСОСЫ - ТЕПЛООБМЕННИКИ - ПРОМАВТОМАТИКА - ТЕПЛОАВТОМАТИКА - ПРИВОДА - АРМАТУРА - БАКИ - КИП - ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

проект - комплектация - производство - монтаж - сервис

сжигания — продуктом процесса является шлак, который относится к IV классу опасности, и летучая зола газоочистки — III класс опасности.

В мире прослеживается тенденция на создание термических решений, позволяющих исключить недостатки сжигания. В этом направлении остеклование выглядит наиболее эффективным способом.

Метод остеклования илового осадка апробирован на крупнейших в Московской области очистных сооружениях Щелковского водоканала, а также на Нововоронежской АЭС.

Преимущества метода является безопасность: на основании биотестирования у продуктов переработки V класс опасности.

Вместо золы остеклованием получают строительный материал. По заключению испытательного центра «Цемяскон» цемент с применением в качестве добавки стеклогранулята соответствует портландцементу с добавками типа ЦЕМ II/A класса прочности 42,5Н.

Продукты, получаемые методом остеклования:

- активная (ГОСТ 25094-2015) или инертная (ГОСТ 31108-2016) добавка в цемент;
- инертный наполнитель бетона (ГОСТ 8267-93, ГОСТ 5578-94);
- материал для оснований дорог (СТО НОСТРОЙ 2.25.31-2011);
- отсыпка слоев полигонов ТКО;
- пескоцементные и пескошлаковые смеси, сырье для производства пеностеклогранулята (вспененного бетона);
- заменитель обычного песка.

Кроме остеклования, интерес представляет метод многостадийной термомеханической деструкции, апробированный в ГУП «Водоканал



Рис. 2. Комплекс по переработке размещается на участке 2,5 га

Санкт-Петербурга». Установка не относится к капитальным строениям, сочетает реакторы, выполненные в виде спиральных транспортеров и высокопроизводительного рукавного фильтра с короткоимпульсной обратной продувкой (рис. 2).

По завершении цикла получают продукты переработки: газ генераторный (0,8 м³/кг), жидкие углеводороды (до 15%), углерод и углеродные материалы (30%). Твердый остаток с содержанием активного угля может использоваться для просыпки мусорных полигонов при рекультивировании и для дезактивации территории. Жидкие углеводороды (вода с углеводородными включениями) соответствует СанПиН для сброса в естественные водоемы. Полученный газ (метан) используется в камере сгорания, а также для бытовых нужд.

Высокая скорость переработки, глубина очистки (до 98%), выбросы ниже нормы делают метод одним из наиболее эффективных.

Таким образом, отрасль нуждается в унификации существующих способов, показавших на практике эффективность, и дальнейшей апробации новых перспективных методик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хисамеева Л. Р., Селюгин А. С., Абитов Р. Н., Бусарев А. В., Урмитова Н. С. О-23 Обработка осадков городских сточных вод: учебное пособие / Л. Р. Хисамеева, А. С. Селюгин, Р. Н. Абитов, А. В. Бусарев, Н. С. Урмитова. — Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2016. — 105 с.
2. Благоразумова А. М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод: учебное пособие. — СПб.: Изд-во «Лань», 2014. — 208 с.
3. Обработка и утилизация осадков природных и сточных вод: учебное пособие / В. И. Кичигин, Е. Д. Палагин. — Самара, 2008. — 204 с.
4. Компания ООО «НТЦ «ЭКО-ПРОМТЕХ», результаты испытаний технологии на очистных сооружениях МУП «Межрайонный Щелковский водоканал».
5. Компания ООО «ИМПЕКС ЭКСПЕРТ», результаты испытаний технологии на очистных сооружениях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».
6. Компания ООО «НТЦ «ЭКО-ПРОМТЕХ», результаты испытаний технологии на очистных сооружениях.



Рис. 1. Переработка илового осадка в стекло



загородный ДОМ

37-я выставка загородных
домов, инженерных систем
и отделочных материалов

11–14 апреля 2024
ВДНХ, Павильон 33



**Забронируйте
стенд**

zagoroddom.com



реклама

Организатор



Международная
Выставочная
Компания

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

- Загородные дома
- Инженерные системы
- Строительные материалы

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМАЯ ТОЛЩИНА СЛОЯ ВНУТРЕННИХ ОТЛОЖЕНИЙ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВОДОПРОВОДАХ ДЛЯ ПРЕКРАЩЕНИЯ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ



ОЛЕГ АЛЕКСАНДРОВИЧ ПРОДОУС
Независимый эксперт в сфере водоснабжения и водоотведения, доктор технических наук, профессор, г. Санкт-Петербург. Сфера научных интересов: напорные и самотечные сети водоснабжения и водоотведения и сооружения на них, строительство, реконструкция и эксплуатация этих сооружений. Очистка природных вод из подземных и поверхностных источников, очистка хозяйственно-бытовых и поверхностных сточных вод, дезинфекция природных и сточных вод и сооружений. За активное участие в разработке по его таблицам и реализации в 2010 году проекта дюкерного перехода из напорных полиэтиленовых труб диаметром 1400 мм протяженностью 1500 м через реку Обь награжден почетной грамотой мэра города Новосибирска. Удостоен почетного звания «Заслуженный деятель науки» Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности и награжден «Звездой Ученого» и орденом «За заслуги в науке». Опубликовал более 350 научных работ, в том числе 5 монографий и 15 справочных пособий. Автор более 30 патентов и изобретений.

О. А. Продоус, независимый эксперт по водоснабжению и канализации, г. Санкт-Петербург

П. П. Якубчик, профессор кафедры «Водоснабжение водоотведение и гидравлика» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ПГУПС)

С. С. Балашов, аспирант кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ПГУПС)

На конкретном примере показан расчет значений предельно допустимой с гидравлической точки зрения толщины слоя внутренних отложений в металлических трубах инженерных систем, оказывающий влияние на величину значений характеристик их гидравлического потенциала и на величину фактического энергопотребления насосных агрегатов, транспортирующих воду или тепло потребителям. Приведены графики зависимостей, демонстрирующие значительное расхождение величины гидравлического уклона и энергопотребления насосов в новом и изношенном металлических трубопроводах систем водоснабжения и теплоснабжения.

Ключевые слова: водопровод из металлических труб, внутренние отложения, толщина слоя, гидравлический расчет, сравнение результатов.

Актуальность рассмотренной в данной статье методики расчета предельно допустимых значений толщины слоя внутренних отложений на стенках металлических водопроводов инфраструктуры вытекает из выступления Президента РФ В. В. Путина на совещании с членами Правительства РФ 10 марта 2021 года (Москва, Кремль, 18.30), на котором В. В. Путин призвал **уделять проблеме изношенности коммунальных сетей** больше

внимания, потому что от этого страдают люди. По словам президента, «...не будут лишними методические рекомендации», о которых пойдет речь в данной статье.

Исследованиями гидравлических характеристик металлических водопроводных труб без внутренних покрытий из стали и серого чугуна в середине 50-х годов XX века занимался известный ученый в области гидравлики трубопроводов — профессор Ф. А. Шевелев, которым

были составлены специальные справочные пособия (более десяти изданий), используемые специалистами проектных организаций для проведения гидравлического расчета водопроводных труб из разных видов материалов. Авторами данной статьи был предложен новый подход к гидравлическому расчету металлических водопроводов с отложениями на внутренних стенках труб за счет уточнения расчетной зависимости профессора Ф. А. Шевелева с учетом изменяющейся во времени толщины слоя отложений на внутренней поверхности труб [1, 2, 3, 4].

Толщина слоя внутренних отложений δ на стенках металлических труб из стали влияет на значение фактического внутреннего диаметра $d_{\text{вн}}^{\phi}$, как показано на рис. 1.

$$d_p = d_n - 2S_p, \text{ м}, \quad (1)$$

$$d_{\text{вн}}^{\phi} = (d_n - 2S_p) - 2\delta_{\phi}, \text{ м}. \quad (2)$$

В работах [1, 2, 5] доказано, что толщина слоя внутренних отложений δ_{ϕ} на стенках стальных и чугунных труб систем водоснабжения и напорной канализации изменяет значения характеристик гидравлического потенциала труб: $d_{\text{вн}}^{\phi}$, V_{ϕ} , i_{ϕ} и, как следствие, увеличивает энергопотребление насосных агрегатов, транспортирующих питьевую воду или сточную жидкость.

В сетях теплоснабжения также широко используются стальные трубы, подверженные образованию

внутренних отложений в процессе их эксплуатации. Проблема образования слоя отложений в металлических сетях теплоснабжения усугубляется тем, что в них, в отличие от сетей водоснабжения с «холодной» водой ($\sim 10\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$), транспортируется теплоноситель — горячая вода, имеющая среднюю температуру значительно большую, чем в сетях водоснабжения ($\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Процесс образования слоя внутренних отложений в металлических сетях теплоснабжения до настоящего времени окончательно не учтен. Требуется проведение специальных комплексных НИР с участием заинтересованных государственных структур.

Из указанных работ следует, что чем больше значение толщины слоя внутренних отложений δ_{ϕ} , тем больше изменяются значения $d_{\text{вн}}^{\phi}$, V_{ϕ} и i_{ϕ} . Изменение значения этих характеристик влияет также на величину фактического энергопотребления насосных агрегатов, определяемую по формуле, в которую входят эти характеристики. Формула имеет вид [5]:

$$N_{\text{дв}}^{\phi} = 10^6 \cdot i_{\phi} (d_{\text{вн}}^{\phi})^2 \times V_{\phi} \cdot \frac{0,00808}{\eta}, \text{ кВт/ч}, \quad (3)$$

где: i_{ϕ} — фактический гидравлический уклон, определяемый по уточненной авторами формуле Ф. А. Шевелева, имеющей вид [2]:



ПЕТР ПЕТРОВИЧ ЯКУБЧИК
Кандидат технических наук, профессор кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС). Сфера научных интересов: водопроводные сети, гидравлические сопротивления труб из различных материалов. Насосы, насосные и воздухоудувные станции систем водоснабжения и водоотведения. Бестраншейная технология ремонта, реконструкции и прокладки водопроводных и канализационных трубопроводов. Эксперт-аудитор общественно-профессиональной аккредитации образовательных программ в области техники и технологий. Удостоен званий: «Почетный железнодорожник», «Почетный работник транспорта России». Награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени и медалью «За строительство БАМ». Опубликовал 200 научных статей и учебно-методических работ, в том числе 5 учебников, 12 учебных пособий и 5 монографий.

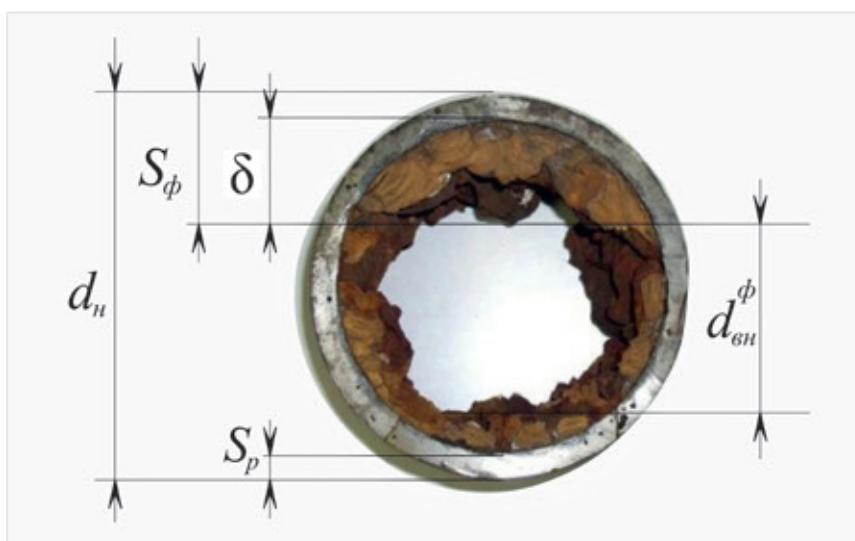


Рис. 1. Внутренние отложения в стальных трубах:

S_p — толщина стенки трубы по ГОСТ, м;
 S_{ϕ} — фактическая толщина стенки трубы со слоем отложений δ , м;
 δ — фактическая толщина слоя внутренних отложений, м;
 d_n — наружный диаметр трубы по ГОСТ, м



СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ БАЛАШОВ

$$i_{\phi} = 0,00107 \frac{V_{\phi}^2}{[(d_n - 2S_p) - 2\delta]^{1,3}}, \quad (4)$$

V_{ϕ} — фактическая скорость движения жидкости

$$V_{\phi} = \frac{4 \cdot q}{\pi \cdot (d_{\text{вн}}^{\phi})^2}, \quad \text{м/с}; \quad (5)$$

q — заданный расход, л/с ($\text{м}^3/\text{с}$);
 η — КПД насосного агрегата. Для расчетов обычно принимают $\eta = 0,7$.

Для подтверждения этого рассмотрим конкретный пример.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧИ

По водопроводу из стальных электросварных труб диаметром $d_n = 0,325$ м [$S_p = 7,0$ мм ($0,007$ м)] перекачивается расход $q = 134$ л/с ($0,134$ $\text{м}^3/\text{с}$). Толщина слоя внутренних отложений $\delta_{\phi} = 25$ мм ($0,025$ м). Определить и сравнить значения характеристик гидравлического потенциала новых и изношенных труб с толщиной слоя отложений $\delta_{\phi} = 25$ мм.

Построить графики зависимости: $i_{\phi} = f(\delta_{\phi})$ и $N_{\text{дв}}^{\phi} = f(\delta_{\phi})$.

Рассчитать для условий задачи значение предельно допустимой с гидравлической точки зрения толщины слоя внутренних отложений для прекращения дальнейшей эксплуатации изношенного стального водопровода.

РЕШЕНИЕ

1. Определяют значение фактического внутреннего диаметра изношенных труб $d_{\text{вн}}^{\phi}$ по формуле (2):

$$d_{\text{вн}}^{\phi} = (d_n - 2S_p) - 2\delta_{\phi}, \quad \text{м}$$

$$d_{\text{вн}}^{\phi} = (0,325 - 2 \cdot 0,007) - 2 \cdot 0,025 = 0,311 - 0,05 = 0,261 \text{ м.}$$

2. Определяют по формуле (5) фактическую скорость в трубах со слоем отложений $\delta_{\phi} = 25$ мм:

$$V_{\phi} = \frac{4 \cdot q}{\pi \cdot (d_{\text{вн}}^{\phi})^2} = \frac{4 \cdot 0,134}{3,14 \cdot 0,261^2} = \frac{0,536}{0,2139} = 2,51, \quad \text{м/с.}$$

3. Рассчитывают по формуле (4) значение фактического гидравлического уклона i_{ϕ} в изношенном водопроводе:

$$i_{\phi} = 0,00107 \frac{2,51^2}{0,261^{1,3}} = \frac{0,00674}{0,1744} = 0,03865 \text{ мм/м.}$$

По формуле (3) вычисляют значение фактического энергопотребления насоса, установленного на трубопроводе с заданной толщиной слоя внутренних отложений $\delta_{\phi} = 25$ мм:

$$N_{\text{дв}}^{\phi} = 10^6 \cdot 0,03865 \cdot 0,261^2 \cdot 2,51 \times \frac{0,00808}{0,7} = 76,26 \text{ кВт/ч.}$$

Для анализа значений характеристик новых и изношенных стальных труб, согласно условиям задачи, в табл. 1 сведены характеристики сравниваемых труб.

Анализ значений характеристик, приведенных в табл. 1, показывает следующее:

- фактический внутренний диаметр труб $d_{\text{вн}}^{\phi}$ с толщиной слоя отложений $\delta_{\phi} = 25$ мм меньше расчетного $d_{\text{вн}}^p$ в 1,19 раза:

$$d_{\text{вн}}^{\phi} = 0,261 < d_{\text{вн}}^p = 0,311 \text{ м в } 1,19 \text{ раза;}$$

- фактический гидравлический уклон труб с отложениями i_{ϕ} больше значения i_p для новых труб:

$$i_{\phi} = 0,03865 > i_p \text{ мм/м} = 0,01513 \text{ мм/м в } 2,6 \text{ раза;}$$

- фактическое энергопотребление насосного агрегата $N_{\text{дв}}^{\phi}$ больше значения $N_{\text{дв}}^p$ для новых труб:

$$N_{\text{дв}}^{\phi} = 76,27 \text{ кВт/ч} > N_{\text{дв}}^p = 29,72 \text{ кВт/ч в } 2,57 \text{ раза.}$$

Таблица 1

Расход $q, \text{ м}^3/\text{с}$	Новые стальные электросварные трубы				Изношенные стальные трубы				
	$d_{\text{вн}}^p, \text{ м}$	$V_p, \text{ м/с}$	$i_p, \text{ мм/м}$	$N_{\text{дв}}^p, \text{ кВт/ч}$	$\delta, \text{ мм}$	$d_{\text{вн}}^{\phi}, \text{ м}$	$V_{\phi}, \text{ м/с}$	$i_{\phi}, \text{ мм/м}$	$N_{\text{дв}}^{\phi}, \text{ кВт/ч}$
0,134	0,311	1,76	0,01513	29,72	25	0,261	2,51	0,03865	76,26
Процент расхождения значений, %									
—	—	—	—	—	—	16,1	29,9	60,9	61,0

Таблица 2. Расчетные характеристики труб

Заданный расход $q, \text{ м}^3/\text{с}$	Толщина слоя отложений $\delta_\phi, \text{ мм}$	Характеристики гидравлического потенциала труб			
		$d_{\text{вн}}^\phi, \text{ м}$	$V_\phi, \text{ м/с}$	$i_\phi, \text{ мм/м}$	$N_{\text{об}}^\phi, \text{ кВт/ч}$
0,134	0	0,311	1,76	0,01513	29,72
	5	0,301	1,88	0,01801	35,40
	10	0,291	2,02	0,02175	42,93
	15	0,281	2,16	0,02599	51,15
	20	0,271	2,32	0,03144	61,82
	25	0,261	2,51	0,03865	76,27

Это также подтверждает вывод о том, что при гидравлическом расчете металлических труб с внутренними отложениями необходимо всегда учитывать фактическую толщину слоя отложений δ_ϕ , входящую в расчетные формулы для определения значений фактических характеристик гидравлического потенциала труб с внутренними отложениями.

Подтвердим сказанное графиками зависимостей $i_\phi = f(\delta_\phi)$ и $N_{\text{об}}^\phi = f(\delta_\phi)$ (рис. 2 и 3), построенными по данным табл. 2 для разной толщины слоя отложений δ_ϕ .

Поясним далее физический смысл понятия предельно допустимого значения конкретной характеристики труб, например, толщины слоя внутренних отложений δ_ϕ .

Под предельно допустимым значением этой характеристики следует понимать такое размерное значение толщины слоя δ_ϕ , превышение которого приводит к изменению значений фактических характеристик гидравлического потенциала труб: $d_{\text{вн}}^\phi$, V_ϕ и i_ϕ [6]. Поэтому следует подобрать с помощью расчетных зависимостей (1-5) такое значение δ_ϕ , при котором значения $d_{\text{вн}}^\phi$, V_ϕ и i_ϕ резко не увеличивают значения характеристик i_ϕ и $N_{\text{об}}^\phi$ (рис. 2, 3).

Методика расчета (см. рис. 1, 2, 3) базируется на использовании общепринятого в отрасли — экспертного мнения специалистов, эксплуатирующих напорные трубопроводы систем водоснабжения, напорной канализации и теплоснабжения из стальных труб.

Принято считать, что при образовании слоя внутренних отложений δ_ϕ фактический внутренний диаметр изношенных труб $d_{\text{вн}}^\phi$ не может уменьшиться за счет наличия этого слоя на величину, превышающую 5% от значения их расчетного внутреннего диаметра по ГОСТ [7]:

$$d_{\text{вн}}^\phi \leq 0,95 d_{\text{вн}}^p, \text{ м. (6)}$$

Для условий задачи:

$$d_{\text{вн}}^\phi = 0,95 \cdot 0,316 = 0,295 \text{ м}$$

$$d_{\text{вн}}^\phi = 0,295 \text{ м} < d_{\text{вн}}^p = 0,311 \text{ м}$$

на 5,0%, или в 1,05 раза.

Тогда предельно допустимое значение толщины слоя внутренних отложений $\delta_{\text{доп}}^{\text{пред}}$ для приведенного примера будет вычисляться как разница между значениями расчетного

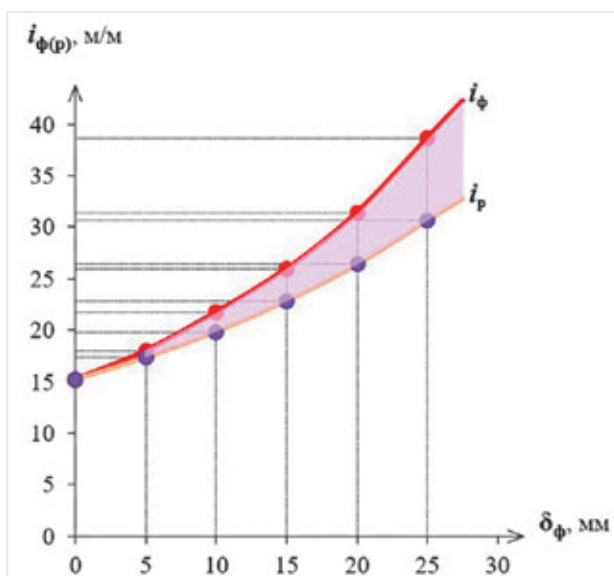
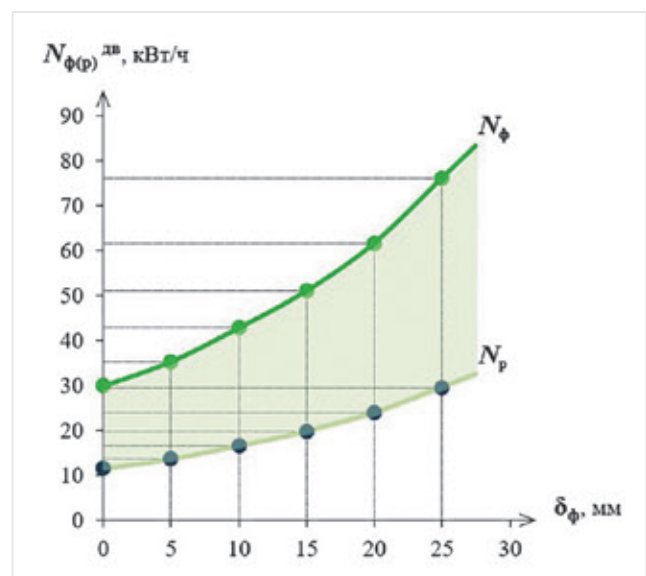

 Рис. 2. График зависимости $i_\phi = f(\delta_\phi)$

 Рис. 3. График зависимости $N_{\text{об}}^\phi = f(\delta_\phi)$

Таблица 3

Период продолжительности остаточной эксплуатации трубопроводов $T_{ост}$, лет	Значение величины $K_{эф}$		
	$0,9 \leq K_{эф}^{доп} \leq 1$	$0,80 \leq K_{эф} \leq 0,90$	$K_{эф} \leq 0,80$
	до 5 лет	не более одного года	эксплуатировать — недопустимо

$d_{вн}^p$ и фактического $d_{вн}^ф$ внутреннего диаметра труб по формуле:

$$\delta_{доп}^{пред} = d_{вн}^p - d_{вн}^ф, \text{ м (7)}$$

$$\delta_{доп}^{пред} = 0,311 \text{ м} - 0,295 \text{ м} = 0,016 \text{ м} = 16,0 \text{ мм.}$$

Что также означает следующее: эффективность эксплуатации металлических инженерных сетей с внутренними отложениями на стенках труб должна оцениваться каким-то гидравлическим критерием, по которому будет производиться количественная (экспертная) оценка эффективности эксплуатации металлических водопроводных сетей и сетей теплоснабжения на основании разработанной авторами специальной методики оценки продолжительности периода остаточной эксплуатации напорных металлических водопроводных и канализационных сетей с внутренними отложениями, опубликованной в работе [1, 6, 7].

Разработанная методика предусматривает проводить такую оценку по величине гидравлического (безразмерного) коэффициента эффективности эксплуатации труб с отложениями, определяемого по следующей формуле [7, 8]:

$$K_{эф} = \frac{N_{ос}^p}{N_{ос}^ф} = \frac{(d_{вн}^p)^2 \cdot V_p \cdot i_p}{(d_{вн}^ф)^2 \cdot V_ф \cdot i_ф}, \text{ (8)}$$

где:

$N_{ос}^p$ — расчетное энергопотребление насосного агрегата, кВт/ч (формула (2));

$N_{ос}^ф$ — фактическое энергопотребление насосного агрегата, кВт/ч (формула (2));

$d_{вн}^p, V_p, i_p$ — характеристики гидравлического потенциала новых стальных или чугунных труб из серого чугуна. Определяются по формулам (1), (5) и (4).

$d_{вн}^ф, V_ф$ и $i_ф$ — то же для изношенных труб с толщиной слоя $\delta_ф$. Определяются также по формулам (1), (5), (4), с учетом $\delta_ф$.

С учетом экспертного мнения специалистов, эксплуатирующих металлические инженерные сети с внутренними отложениями, авторами разработана специальная таблица для количественной оценки эффективности эксплуатации металлических сетей по значению коэффициента $K_{эф}$ (см. табл. 3).

На основании вышеизложенного можно сделать следующие **выводы**. Требуется:

- Разработать шкалу предельно допустимой толщины слоя внутренних отложений $\delta_{доп}^{пред}$ для труб из стали и серого чугуна для всего сортамента по ГОСТ.

- Рекомендовать и внести в пп. 11, 45 СП 31.13330-2021 требование обязательного контроля значения фактической толщины слоя отложений $\delta_ф$ для обоснования прекращения дальнейшей эксплуатации сетей по фактическому значению коэффициента эффективности их работы при $K_{эф}^ф < K_{эф}^{доп}$.

- В приведенном примере допустимое значение $K_{эф}^{доп} = 0,53 < K_{эф} = 0,8$ (экспертное, рекомендованное значение). Поэтому трубопровод с толщиной слоя отложений $\delta_ф = 25$ мм **не может продолжать дальнейшую эксплуатацию**, так как $\delta_ф = 25 \text{ мм} > \delta_{доп}^{пред} = 16 \text{ мм}$.

Его необходимо выводить из эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевелев Ф. А., Шевелев А. Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие // М.: ООО «Издательский Дом «Бастет». 2020. — 428 с.
2. Продоус О. А., Шипилов А. А., Якубчик П. П. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб из стали и серого чугуна с внутренними отложениями. Справочное пособие 1-е издание 2021 // Издательство ООО «Перо», Санкт-Петербург — Москва. 2021. — 238 с. ил.

3. Продоус О. А., Якубчик П. П., Смолин Е. С. Сравнительный анализ зарубежной и отечественной расчетных зависимостей для гидравлического расчета металлических водопроводных труб с внутренними отложениями // Журнал «Водоснабжение и санитарная техника». 2023. № 1. — С. 56–60. // DOI:10/35776/VST/2023.01.08.

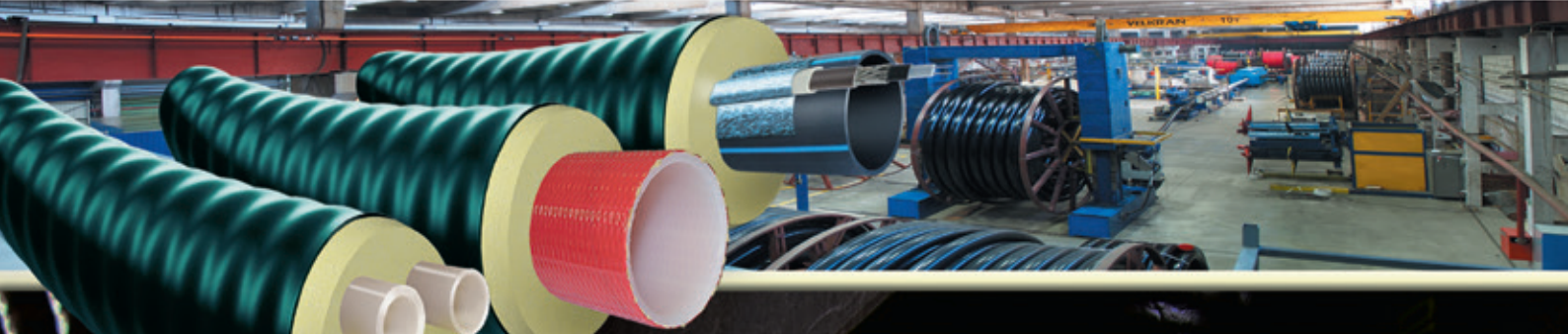
4. Продоус О. А., Якубчик П. П. Новый подход к гидравлическому расчету металлических трубопроводов водоснабжения с отложениями на внутренних стенках // Журнал «Инженерные системы АВОК Северо-Запад». № 1. 2022. — С. 28–30.

5. Продоус О. А., Якубчик П. П., Шлычков Д. И. Зависимость энергопотребления насосных агрегатов напорных коллекторов водоотведения от толщины слоя осадка на внутренней поверхности труб // Журнал «Сантехника, отопление, кондиционирование». № 05 (245). 2022. — С. 28–30.

6. Продоус О. А., Шлычков Д. И., Якубчик П. П., Пархоменко С. В. Влияние толщины слоя внутренних отложений в трубопроводах систем водоснабжения и водоотведения на продолжительность периода их остаточной эксплуатации // Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ», том 17, выпуск 6/2022. — С. 738–746. // DOI: 10.22227/1997-0935.2022.6.738-746.

7. Продоус О. А., Шлычков Д. И. Гидравлический расчет сетей водоотведения с внутренними отложениями. Монография // Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ). Москва. 2022. — 120 с. ил.

8. Продоус О. А., Шлычков Д. И. Коэффициент эффективности эксплуатации сетей водоснабжения и водоотведения как фактор оценки возможности продолжения их дальнейшей эксплуатации // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2023. Т. 25. № 3. — С. 162–168.



Завод Полимерных Труб,
г. Санкт-Петербург
(812) 327-07-07



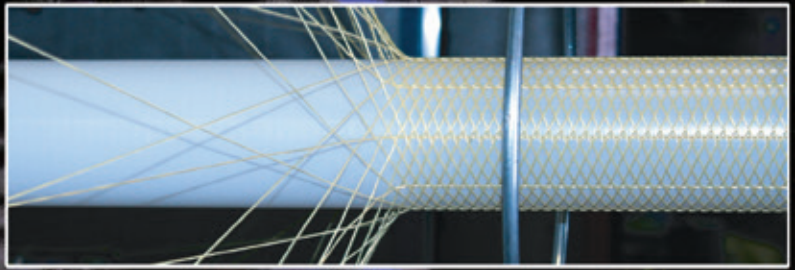
tvelpex.ru
vk.com/tvel_pex



ТВЭЛ ПЭКС

Завод Полимерных Труб

Гибкие пластиковые
трубы в ППУ-изоляции
с несущей армированной
трубой из сшитого
полиэтилена РЕХ-а
для наружных сетей
тепло-водоснабжения.
Трубы с греющим
термокабелем.
Стыки, фитинги,
проектирование,
шефмонтаж,
обучение



температурный график +95°+70° С при давлении до 10 кг/см² ● диаметр труб до 160/225мм
поставка труб в "бухтах" длиной до 600 м ● не нужны компенсаторы и неподвижные опоры
монтаж стыков с помощью металлических фитингов ручным гидравлическим инструментом
полное отсутствие коррозии и внутреннего зарастания трубы ● радиус изгиба от 0,8 м
трубы с саморегулирующимся греющим термокабелем для транспортировки холодной воды

КОМПАКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ОТ ANTARUS ДЛЯ СИСТЕМ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ВЫГОДОЙ ДО 40%

В 2023 году бренд Antarus представил обновленный продукт — совмещенные установки для системы водоснабжения и пожаротушения. Это решение предназначено для подачи воды в объединенные системы хозяйственно-питьевого водоснабжения и внутреннего противопожарного водопровода и позволяет сократить финансовые и временные затраты при строительстве объекта, а также более рационально использовать площади для размещения инженерных систем.



Antarus — это бренд компании «Элита», который появился на инженерном рынке десять лет назад. Первые насосные установки были отгружены с производства в августе 2013 года.

Antarus сегодня — это одно из крупнейших российских производств насосного оборудования, которое ежегодно выпускает около 4000 единиц насосных установок, а также гидромодули, мини-КНС и насосные станции в блок-боксах на насосах собственной марки.

Вернемся к совмещенной насосной установке Antarus. Это идеальное решение для социальных объектов и жилого строительства, где чаще всего водоснабжение и внутренний противопожарный водопровод объединяют в одну систему.

Такие установки отлично подходят для компактных площадей, где недостаточно места для отдельных установок водоснабжения и пожаротушения. Например, минимальная площадь для размещения такой установки с учетом норм СП 30.13330.2020 — от 6 м² в зависимости от типа и количества насосов.

При покупке одной совмещенной установки вместо двух отдельных финансовая выгода составит до 40%. Также в два раза снижаются расходы на обвязку и время на монтаж.

Установка имеет два режима работы.

Первый — для хозяйственно-питьевых нужд. В этом режиме она должна работать при постоянном давлении после себя и регулировать расход, необходимый потребителям в каждый момент времени. Работа предусматривает применение частотных преобразователей, ротацию насосов и защиту от сухого хода.

Второй режим — пожаротушение. В случае возникновения пожара установка переключается по внешнему сигналу «пожар», который приходит от охранно-пожарной сигнализации или от кнопок у пожарных кранов. Включаются все рабочие насосы на уставку для режима пожаротушения. Переключение обратно на режим хозяйственно-питьевых нужд происходит вручную со шкафа управления.

Постоянная эксплуатация установки и как следствие — регулярное обслуживание гарантируют исправную работу в случае возникновения пожара. А так как по системе постоянно проходит поток жидкости — это еще препятствует и зарастанию трубопровода.

У совмещенных установок Antarus есть добровольный сертификат пожаротушения и обязательные сертификаты соответствия на шкафы управления и частотные преобразователи. А насосы и арматура имеют санитарно-эпидемиологическое

заключение, что позволяет изменять их для систем холодного водоснабжения.

Продуманные конструкции и функционал, а также соответствие нормам, принятым на территории РФ, позволяют производителю давать гарантию на установки Antarus пять лет.

Еще одним преимуществом использования совмещенных насосных установок Antarus является уникальная беспроводная система диспетчеризации Meterus.

Система Meterus:

- экономит время персонала на мониторинге, так как это автоматизированный процесс контроля, который позволяет следить за состоянием работы установки в режиме онлайн из любого уголка мира;

- помогает вести учет наработки моточасов насосов, чтобы вовремя выполнять техническое обслуживание или устранять неисправности;

- показывает статистику количества пусков насосных агрегатов;
- информирует о нештатных ситуациях (авариях).

Для подбора совмещенной установки Antarus обращайтесь в ближайшее отделение компании «Элита» либо оставляйте заявку на сайте <https://antarus.su>

Срок производства — от четырех недель.



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ВОДНОЙ ОТРАСЛИ

12-14
СЕНТЯБРЯ
2023

МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

ЭФФЕКТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
И ВОДООТВЕДЕНИЯ
ДЛЯ ЖКХ
И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Посетить выставку



ООО «ЭВР» | РЕКЛАМА

Организатор:  ExpoVision
Rus

WWW.ECWATECH.RU



ИДЕОЛОГИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ И ЕЕ ВОПЛОЩЕНИЕ В ОСНОВНОМ ДОКУМЕНТЕ ПО ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

*В. И. Ливчак, к. т. н., независимый эксперт
по энергоэффективности зданий и теплоснабжению
жилых микрорайонов*



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 ТТВ». 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 пяти лет —
в Московском агентстве энерго-
сбережения 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 2000–2012 годах. Автор более чем
300 печатных работ и стандартов.

Действующий в настоящее время в России нормативно-технический документ для проектирования систем отопления и вентиляции зданий не только не отвечает современным требованиям, но и по нему нельзя правильно рассчитать тепловую нагрузку этих систем, их ожидаемое годовое теплотребление, и он не отвечает «требованиям расширения распространения принятых в проектной документации технических решений на возможность их реализации при эксплуатации объекта капитального строительства», изложенным в новой редакции «Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», утвержденной Постановлением Правительства РФ от 27 мая 2022 года № 963, что приводит к постоянному перерасходу теплоты на отопление построенных и капитально отремонтированных зданий по требованиям СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Наши неоднократные предложения в Минстрой России, ФАУ «ФЦС» и разработчикам СП 50.13330.2012, актуализирующего этот СНиП, по изменению действующего СП 50.13330 и СП 60.13330 в редакциях 2016 и 2020 года, а также в рассматриваемых сейчас изменениях № 2 проигнорированы. Это мое последнее обращение на эту тему, юбилейное — первое было сделано 50 лет назад [1]!

В российских нормативных документах по проектированию систем отопления зданий исторически сложилось, что до 1975 года при расчете их тепловой нагрузки (тепловой мощности) учитывались в соответствии со СНиП II-Г.7-62 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования» (пункты 3.5–3.6) основные теплотери через наружные ограждения и добавочные к ним в зависимости от ориентации их по сторонам света, на угловые

помещения и на подогрев воздуха, поступающего в помещения путем инфильтрации через закрытые окна, последние по табл. 8 в зависимости от этажности здания (на инфильтрацию для зданий в восемь этажей — до 8% к основным теплотерям).

Но, как известно, в тепловом балансе здания при определении тепловой нагрузки на его отопление при наличии естественной вентиляции помещений участвуют не только теплотери через наружные ограждения и на

нагрев воздуха для вентиляции, который по объему превышает принятый поступающим путем инфильтрации, но и внутреннее (бытовые) теплопоступления. Тем не менее дома, построенные по СНиП II-Г.7-62 и до его введения, не вызывали нареканий на работу отопления — так сложилось, что разность расходов теплоты на нагрев наружного приточного воздуха в объеме нормативного воздухообмена для вентиляции, принимаемого в последующих редакциях СНиП «Отопление ...», и в объеме поступившего путем инфильтрации по СНиП II-Г.7-62, покрывается бытовыми теплопоступлениями, по крайней мере, в многоквартирных домах.

Нами по результатам натуральных испытаний, проводимых МНИИТЭП (Московский научно-исследовательский институт типового и экспериментального проектирования) в лаборатории инженерного оборудования, возглавляемой к. т. н. М. М. Грудзинским, где я проработал 25 лет, были определены удельные величины бытовых теплопоступлений в МКД ряда московских типовых серий и индивидуального строительства в процессе опробования реализации в них систем автоматического регулирования подачи теплоты на отопление в [1], с добавлением более поздних исследований в [2] при переиздании статьи в журнале «АВОК». Результаты испытаний были подтверждены исследованиями лаборатории отопления и вентиляции, возглавляемой к. т. н. А. З. Ивянским в ЦНИИЭП инженерного оборудования Госгражданстроя и включены в СНиП II-33-75 при поддержке члена авторского коллектива СНиП от Госгражданстроя П. С. Василькова, ранее возглавлявшего проектный отдел МНИИТЭП.

В последующих изданиях этого СНиП в 1986 и 1991 годах 2.04.05-86 и 2.04.05-91 были следующим образом сформулированы общие положения раздела 3 Отопление:

«3.1. Отопление следует проектировать для обеспечения в помещениях расчетной температуры воздуха в пределах допустимых температур (согласно п. 2.1.6 для холодного периода года и переходных

условий — минимальную из допустимых, 18 °С; в последующих изданиях СНиП, в частности, в соответствии с изменениями № 2 к СНиП 2.04.05-91*, утвержденным постановлением Госстроя России от 15 мая 1997 года № 18-11, — минимальную из оптимальных температур по ГОСТ 30494-96, 20 °С), учитывая:

а) потери теплоты через ограждающие конструкции в соответствии с обязательным приложением 9;

б) расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха — в соответствии с обязательным приложением 10;

в) расход теплоты на нагревание материалов, оборудования и транспортных средств;

г) тепловой поток, регулярно поступающий от электрических приборов, освещения, технологического оборудования, людей и других источников; при этом тепловой поток, поступающий в комнаты и кухни жилых домов, следует принимать 21 Вт на 1 м² площади пола этих помещений.

Потери теплоты через внутренние ограждающие конструкции помещений допускается не учитывать, если разность температур в этих помещениях равна 3 °С и менее». *Здесь надо сразу заменить на 4 °С, потому что расчетная внутренняя температура воздуха в отапливаемой лестничной клетке принимается 16 °С, и когда расчетная температура воздуха в смежной с ней комнате была 18 °С, то разница между ними была меньше 3 °С, и теплоизолировать внутреннюю между ними стену не требовалось. Теперь расчетная внутренняя температура в комнатах стала 20 °С и разность температур между лестничной клеткой и смежной с ней комнатой стала больше 3 °С — получается, надо теплоизолировать стену между ними, что усложняет строительство, но практически не влияет на микроклимат помещения. В связи с изложенным следует исключить первый абзац пункта 6.2.8: «Отопление лестничных клеток следует проектировать с учетом результатов расчета сопротивления теплопередаче внутренних стен, отделяющих лестничную клетку от жилых и других помещений».*

В отношении удельной величины теплового потока, поступающего в комнаты и кухни жилых домов в 21 Вт/м² площади их пола. Во-первых, в соответствии с упоминавшимися изменениями № 2 к СНиП 2.04.05-91* без всяких обоснований под предлогом, что с повышением энергоэффективности кухонного электрооборудования и переходом на энергоэффективные лампы искусственного освещения квартирное электропотребление снижается, 21 Вт/м² был заменен на: «не менее 10 Вт/м²». Это, конечно, волюнтаристическое необоснованное решение, нарушающее сложившийся тепловой баланс МКД.

Опираясь на исследования годового электропотребления квартир в эксплуатируемых МКД, выполненные Институтом экономики ЖКХ совместно с Управлением социально-экономического развития Министерства экономики Российской Федерации в рамках разработки «Методических рекомендаций по формированию нормативов потребления услуг жилищно-коммунального хозяйства», утвержденных Приказом министра № 240 от 06.05.1999, при разработке Приложения Г к СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» мы разделили удельную величину бытовых теплопоступлений в МКД в зависимости от средней плотности заселения квартир дома [3].

Этот же принцип мы перенесли и на предлагаемую нами таблицу А.1 **Исходные данные для расчета удельной величины среднечасовых бытовых теплопоступлений за рабочее время в течение отопительного и охладительного периодов для жилых и общественных зданий разного назначения**, в том числе: от людей, электрических приборов, освещения, горячего водоснабжения (последнее только для жилых домов). Все-таки плотность заселения 45 м² площади квартир на человека, характерная для европейских стран, для России является исключением из правил, характерным в муниципальных домах, которая составляет 20–22 м² площади квартир на человека. Поэтому в предлагаемой нами таблице А.1, построенной

на базе табл. G.12 из европейских норм ISO 13790:2008 Energy performance of buildings — Calculation of energy use for space heating and cooling (Энергоэффективность зданий. Расчет потребления энергии для отопления и охлаждения помещений), мы максимальное значение удельной величины бытовых теплоступлений, уменьшенное до 17 Вт/м² жилой площади пола квартиры (уменьшенное по абсолютной величине, а также за счет отнесения этой величины к жилой площади без кухни), относится к жилым зданиям, предназначенным гражданам с учетом социальной нормы (со средней заселенностью 20 м² общей площади квартир дома и менее на человека); для жилых зданий со средней заселенностью квартир 45 м² общей площади и более на человека удельная величина бытовых теплоступлений принимается 10 Вт/м², других жилых зданий — в зависимости от средней заселенности квартир дома по интерполяции между 17 и 10 Вт/м² [подчеркнуто, чтобы не путать: бытовые теплоступления относятся к жилой площади квартир без кухни, а заселенность — к общей площади квартир, включающей жилую площадь и помещения вспомогательного использования, предназначенные для удовлетворения бытовых и иных нужд (без учета неотапливаемых помещений лоджий, балконов и др.)] — из СП 54.13330, Приложение В, пункт В.2.1.

Поэтому мы обозначили первые дома с плотностью заселения 40 м² на человека (изначально принятой в табл. G.12) под категорией I и дополнили таблицу А.1 новыми колонками с пересчитанными показателями под нашу заполняемость помещений, присвоив им категорию II. Это позволило находить показатели для промежуточных значений интерполяции. Причем, как показано в статьях [4] и [5], после уточнения годового электропотребления жилыми домами и его сравнения с европейскими нормами по табл. G.12, в которой на основе накопленного опыта измерения тепло- и электропотребления перечисленных в таблице жилых и общественных зданий широкого назначения даны

величины составляющих внутренних теплоступлений как от людей, находящихся в помещениях здания (метаболические притоки на кондиционируемую площадь в течение заданного времени), так и от искусственного освещения и от включенных электроприборов и оборудования, находящихся в этих помещениях, в объеме годового удельного электропотребления, установлено совпадение наших данных для жилых домов с заселенностью квартир 40 м² общей площади на человека с европейскими данными таблицы G.12, что подтверждается нижеследующими выкладками.

Итак, для многоквартирных домов величину бытовых теплоступлений $q_{\text{быт}}$ рекомендуется принимать в зависимости от средней заселенности квартир — $A_{\text{кв}}/n$ (где $A_{\text{кв}}$ — площадь квартир, n — количество жителей в доме) по формуле: $q_{\text{быт}} = 17 - (A_{\text{кв}}/n - 20)7/25$. Тогда при $A_{\text{кв}}/n = 40$ м²/человека: $q_{\text{быт}} = 17 - (40 - 20) \cdot 7/25 = 11,4$ Вт/м². Чтобы получить величину годового удельного электропотребления при такой заселенности, обозначенную в табл. G.12 $q_{\text{Е.год}} = 30$ кВт·ч/м², надо из $q_{\text{быт}} = 11,4$ Вт/м² вычесть метаболические притоки от жителя $(70/40) \cdot (12/24) / 0,55 = 1,6$ Вт/м² (70 Вт — метаболические притоки от жителя по табл. G.12; 12 часов — длительность этих поступлений в сутки; 0,55 — коэффициент пересчета жилой площади в площадь квартир) и теплоступления от полотенцесушителя (250 Вт), трубопроводов системы горячего водоснабжения, проложенных в квартире, к которым он подключен, и от пользования горячей водой, $q_{\text{гв.40}}$ (остывание на 10 °С горячей воды при пользовании в нормативном объеме 100 л на 1 человека в сутки для двух жителей, проживающих в квартире общей площадью 80 м²), всего в размере $\frac{1}{4}$ от теплоступлений, поступающих в ванную комнату и кухню ($\frac{3}{4}$ остаются в перечисленных помещениях): $q_{\text{гв.40}} = (250 + 2 \cdot 100 \cdot 10 \cdot 1,163/24) / 80 / 0,55 / 4 = 1,97$ Вт/м² жилой площади квартиры, после чего перевести в годовое исчисление, **разделив на коэффициент 1,25** (принятое

превышение значения за отопительный период по отношению к среднегодовому, отнесенному на м² кондиционируемой площади).

Тогда **удельное годовое потребление электроэнергии в квартирах составит:**

$$q_{\text{эл.кв.40}}^{\text{год}} = (11,4 - 1,6 - 1,97) \cdot 0,55 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 10^{-3} / 1,25 = 30,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$$

общей площади квартиры, **что совпало с показателем удельного годового потребления электроэнергии** на кондиционируемую площадь (в России — общая площадь квартир МКД) — **30 кВт·ч/м²**.

Правильность принятия удельной величины бытовых теплоступлений 17 Вт/м² жилой площади для многоквартирных домов с плотностью заселения около 20 м² общей площади квартир на одного жителя подтверждена натурными испытаниями [6] — фактическое теплотребление 12-этажного дома на 84 квартиры за непрерывный период работы в течение 4,5 месяца достигло после пересчета на нормализованный отопительный период проектного значения по удельному годовому расходу тепловой энергии на отопление, равного нормируемому 95 кВт·ч/м². Жалоб со стороны жителей на недостаточную температуру воздуха в квартирах в управляющую компанию не поступало.

Во-вторых, в цитируемом выше п. 3.1, г) СНиП 2.04.05-91* приводится значение теплового потока, поступающего в комнаты и кухни жилых домов, и хотя этот пункт относится и к общественным зданиям тоже, но цифровых значений его для них не приводится, что заставляет проектировщика при определении тепловой нагрузки системы отопления не учитывать внутренних теплоступлений в таких зданиях. А это, как будет показано далее, приводит к перегреву зданий в еще большей степени, чем в жилых домах, поскольку из-за того, что в общественных зданиях, как правило, применяется механическая приточная вентиляция с централизованном нагревом воздуха, потому расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха выпадает из состава теплотерь, которые должна

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЖИЛИЩНЫЙ
КОНГРЕСС

16-20 ОКТЯБРЯ
МОСКВА 2023

ЦЕНТР МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ

10 ТЫС.
УЧАСТНИКОВ

350
МЕРОПРИЯТИЙ

750
СПИКЕРОВ

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
РИЭЛТОРСКИЙ БИЗНЕС
ИПОТЕЧНОЕ КРЕДИТОВАНИЕ
DIGITAL-ТЕХНОЛОГИИ

REALCONGRESS.RU

ГЛАВНЫЙ ПАРТНЕР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ПАРТНЕР



СООРГАНИЗАТОР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
БАНК-СПОНСОР



ВЕДУЩИЙ ПАРТНЕР



ТИТУЛЬНЫЙ
ПАРТНЕР



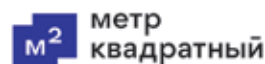
ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ
ПАРТНЕР



ГЛАВНЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ПАРТНЕР



СПОНСОРЫ КОНГРЕССА



СПОНСОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИЙ



компенсировать система отопления, и доля внутренних теплоступлений по отношению к основным теплопотерям через наружные ограждения возрастает кратно [7].

И надо не назначать, в таких-то случаях мы учитываем бытовые теплоступления, например, при определении годового расхода теплоты на отопление, а в каких-то нет, например, при определении тепловой нагрузки системы отопления — очень распространенное мнение среди разработчиков последней редакции СП 60.13330.2020 и Изменений № 2 к нему, а иметь в виду, что неучет бытовых теплоступлений при расчете тепловой нагрузки приводит к запасу тепловой мощности системы отопления, а нереализованный запас вызывает перерасход теплоты, подаваемой на отопление. Поэтому, даже если при расчете тепловой мощности вводится запас на удаление влаги из бетонных конструкций в первый год эксплуатации после окончания строительства или предусмотрен запас при подборе поверхности нагрева отопительных приборов для возможности компенсации каких-то локальных недостатков увеличенным расходом теплоносителя путем открытия клапана терморегулятора, установленного на отопительных приборах, следует все равно учитывать бытовые теплоступления, потому что они никак не связаны с указанными причинами. А чтобы созданный запас не привел к перегреву здания после удаления влаги из ограждающих конструкций или из-за того, что локальные недостатки — это явление исключительное, встречается в одном либо в ограниченном количестве помещений, но на стадии проектирования неизвестно в каком, и поэтому запас вводится на все отопительные приборы. Во избежание перегрева всего здания необходимо пересчитать с учетом выявленного запаса тепловой мощности новые расчетные параметры теплоносителя по формулам, предложенным нами в дополнении к Приложению А.1.

Таблица А.1 — это дополненная и частично измененная для российских условий

табл. G.12 ISO 13790:2008 в части расширения уровня заселенности помещений ближе к российским условиям. А дополненная тем, что на базе имеющихся в ней всех составляющих теплопритоков эта таблица завершена мной конкретными показателями внутренних теплопритоков в рабочие помещения жилых и общественных зданий перечисленных в таблице назначений, охватывающих наиболее распространенные, в отопительный период и в период охлаждения (этой строкой она отличается от принятой в ISO 13790:2008).

Кроме разделения по категориям МКД и офисных зданий на две категории по заселенности, учреждения здравоохранения разделены на больницы (с меньшей площадью помещения, приходящейся на одного человека, — 20 и 10 м² на человека) и поликлиники (с площадью в 10 м² на человека), отличающиеся режимом эксплуатации. Добавлены строки с параметрами времени использования метаболических притоков и показателей удельных среднечасовых за рабочее время внутренних теплопритоков (формулировки табл. G.12), включая: от людей, освещения, электроприборов и электрооборудования (для жилых домов и от системы горячего водоснабжения).

Внесены изменения также в строку времени использования в сутки для зданий торговли, ресторанов, спортивных сооружений, залов собраний и приравненных к ним зрелищных учреждений, работающих без выходных. Часы их работы, в течение которых включено освещение и используются электрические приборы, значительно больше, чем три-четыре часа, указанные в табл. G.12. Эти здания имеют нестабильную заполняемость, и указанное количество часов соответствует длительности максимального заполнения зданий людьми в часах за целые сутки и относится к длительности теплопритоков от метаболических тепловыделений находящихся в помещениях людей.

В связи с изложенным в табл. А.1 добавлена строка показателей «Время использования метаболических теплопритоков

в средний день месяца — $\tau_{\text{мет}}'$ ч» (строка 5), значения которых перекочевали из строки «время использования в день» (строка 6). Последняя строка совпадает по значениям с добавленной для зданий, которые имеют практически постоянную заполняемость в течение рабочего дня (офисы, учреждения образования и здравоохранения, склады), а для зданий с нестабильной заполняемостью время использования в сутки соответствует времени работы этого здания. Применительно к нашим российским условиям увеличено число часов использования школ с четырех до пяти часов в день при односторонней загрузке. Офисы рассчитаны на режим пятидневной рабочей недели длительностью 40 часов, поликлиники — на полуторасменную загрузку и т. д.

Наличие в табл. G.12 всех составляющих теплопритоков позволяет определить удельные внутренние теплопритоки в средний час рабочего времени как в отопительный ($q_{\text{ен.оф.от}}'$), так и в охлаждающий ($q_{\text{ен.оф.ох}}'$) периоды $q_{\text{ен.оф.от/ох}}'$ Вт/м² (строка 9 табл. А.1). Расчет показателей отдельно по каждому типу зданий приведен в [5]. Это дает возможность более точно установить тепловую нагрузку системы отопления здания, начало/окончание отопительного и охлаждающего периодов и определить годовые расходы теплоты на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий разного назначения, а также годовые расходы холода на кондиционирование воздуха в помещениях этих зданий, что способствует энергосбережению и декарбонизации при эксплуатации зданий.

Для оценки энергоэффективности зданий по «конечной энергии», потребляемой зданиями на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха, до последнего времени отсутствовала методика определения годового расхода холода на охлаждение и вентиляцию кондиционируемых помещений. Как определить нагрузку на систему кондиционирования воздуха, программа расчета есть, а ожидаемое потребление энергии в процессе ее эксплуатации — нет. Алгоритм такой методики впервые

Таблица А.1. Исходные данные для расчета удельной величины среднечасовых бытовых теплопоступлений за рабочее время в течение отопительного и охлаждающего периодов для жилых и общественных зданий разного назначения [Вт/м²] (красным шрифтом — показатели, дополненные автором, из статьи В. Ливчака в «СОК» № 5 — 2023 [5])

Наименование показателя	Здания													
	одноквартирные	многоквартирные, категория I	многоквартирные, категория II	офисные, категория I	офисные, категория II	учебные заведения	больницы, категория I	больницы, категория II	поликлиники	общественного питания	предприятия торговли	спортивные сооружения	зрелищные учреждения	склады
Внутренняя заданная температура при отоплении/охлаждении, °С	20/24	20/24	20/24	20/24	20/24	20/24	21/24	21/24	21/24	20/24	20/24	18/24	20/24	18/24
Полезная кондиционируемая площадь на человека (заселенность) $A_{пол}$, м ² /чел. ¹⁾	60	40	20	20	8	10	20	10	10	5	10	20	5	100
Средняя величина метаболических тепловыделений от человека Q_p , Вт/чел.	70	70	70	80	80	70	80	80	80	100	90	100	80	100
Метаболические притоки на кондиционируемую площадь $Q_p/A_{ж/общ}$, Вт/м ²	1,2	1,8	3,5	4,0	10	7,0	4,0	8,0	8,0	20	9	5	16	1,0
Время использования метаболического притока в день $\tau_{мет}$, ч	12	12	12	6	6	5	16	16	9	3	4	6	3	6
Рабочее время использования помещения в день (среднемесячное) τ , ч	24	24	24	6	6	5	16	16	9	10	12	10	5	6
Годовое удельное потребление электрической энергии ²⁾ на кондиционируемую площадь здания $q_{E,год}$, кВт·ч/м ²	20	30/14,4	43,5/24,4	20	33,5	10	30	40	25	30	30	10	20	6
Доля потребления электроэнергии в кондиционируемой части здания, f_E	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9
Удельные ³⁾ среднечасовые бытовые теплопоступления за раб. время при отоплении/охлаждении, $q_{вн,от/ох}$, Вт/м ² ⁴⁾	10/7,7	11,4/8,8	17/14,5	13,4/10,7	24,9/22,3	14,1/10,0	8,1/6,8	14,2/12,4	15,1/12,7	12,8/10,4	9,5/7,2	5,9/4,9	19,9/16,3	4,1

¹⁾ Под кондиционируемой площадью понимают общую площадь квартир без летних помещений $A_{ж}$ — для жилых зданий; полезную площадь всех отапливаемых помещений, исключая лестничные клетки, технические этажи, пандусы и автостоянки, $A_{пол}$ — для общественных зданий.

²⁾ Включая освещение квартир и помещений общественных зданий, пользование электрическими приборами и оборудованием, за исключением потребления электроэнергии для охлаждения и приводов насосов и вентиляторов систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, устройств автоматического регулирования этих систем, а также перемещения лифтов, эскалаторов и траволаторов. Для МКД — в числителе с электроплитами, в знаменателе — с газовыми плитами.

³⁾ Для жилых зданий — на м² жилой площади, составляющей, как правило, 0,55 от общей площади квартир, для общественных зданий — на м² расчетной площади отапливаемых помещений при подборе отопительных приборов и на м² полезной площади при оценке теплопотребления на отопление здания в целом.

⁴⁾ В числителе — отопительный период, в знаменателе — период охлаждения.

представлен в [8] и вместе с расчетами удельных внутренних теплопритоков в жилых и общественных зданиях за отопительный и охладительный периоды может быть приведен в качестве еще одного приложения к СП 60.13330 «Уточнение величин внутренних теплопоступлений в зданиях для периодов отопления и охлаждения. Методика и примеры расчета годового расхода холода на охлаждение и вентиляцию кондиционируемых помещений».

В отношении ссылок на Приложения 9 и 10 в выше цитируемом п. 3.1 и Приложения 12 «Расчет теплового потока и расхода теплоносителя в системе водяного отопления» СНиП 2.04.05-91 и предыдущих его изданиях, разработанных авторским коллективом, возглавляемым Баркаловым Б. В., в последующей редакции этого СНиП 41-01-2003, выполненной под руководством Шарипова А. Я., эти три приложения были исключены, как мне объяснила Садовская Т. И., потому что их хотели поместить в предполагаемый свод правил, который потом так и не появился, хотя подобное Приложение «Расчет расхода и температуры приточного воздуха» сохранился в обоих изданиях СНиП. Но самое интересное, что последующие издания под маркировкой «СП 60.13330, актуализирующие СНиП 41-01-2003» также появились без этих приложений, поскольку новый авторский коллектив придерживался не содержания документа, а формального его состава — в актуализируемом СНиП не было этих приложений, так не будет их и в СП 60. **А в результате основные алгоритмы теплотехнического расчета систем отопления оказались отсутствующими**, что заставило проектировщиков применять предлагаемые иностранные программы расчета, не откорректированные к нашим российским условиям. В нашей редакции Приложения А восстановлены алгоритмы расчета, без которых невозможно определить тепловую нагрузку системы отопления зданий.

В то же время там, где есть возможность по сравнению с зарубежными нормами сохранить или даже приумножить завышенные

отечественные нормативы, чтобы «соломки подложить» или «ублажить» богатого заказчика, к сожалению, эта тенденция свойственна нашим проектировщикам, она и проявляется у составителей рассматриваемого документа. Так, в отношении расчетной температуры воздуха в обслуживаемой зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений до 1999 года до выхода Изменений № 2 к СНиП 2.04.05-91* согласно п. 2.1.6 этого СНиП и предшествующих редакций ее следовало принимать «для холодного периода года и переходных условий при проектировании отопления — минимальную из допустимых температур по обязательному приложению 1, по которому диапазон допустимых температур составлял 18–22 °С и, соответственно, расчетная температура воздуха будет **18 °С**». В Изменениях № 2 СНиП 2.04.05-91* издания 1999 года в том же п. 2.1.6 уже записано «при проектировании отопления и вентиляции — экономически целесообразную в пределах оптимальных температур по обязательному приложению 5 в диапазоне **20–22 °С**». Четкого разграничения нет, но в очередной редакции СНиП 41-01-2003 эти ограничения внесены в п. 5.1, который гласит, что в холодный период года расчетную температуру воздуха следует принимать:

«а) в обслуживаемой зоне жилых помещений — минимальную из оптимальных температур, то есть **20 °С**;

б) в обслуживаемой или рабочей зоне жилых зданий (кроме жилых помещений), общественных, административно-бытовых и производственных помещений — минимальную из допустимых температур при отсутствии избытков явной теплоты в помещениях, то есть **18 °С**».

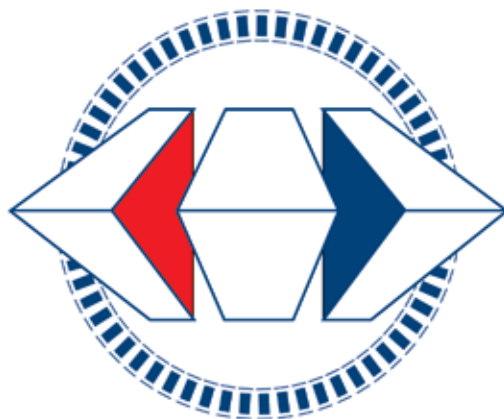
В пришедших на смену СНиП СП 60.13330 2012 и 2016 годов издания сохранились предыдущие формулировки п. 5.1, но с выдвижением на первые позиции в авторском коллективе СП 60.13330.2020 сотрудников НИИ Строительной физики опять вернулись к неопределенности п. 5.1 а): «в холодный период года в обслуживаемой

зоне жилых помещений расчетную температуру воздуха следует принимать по оптимальным параметрам ГОСТ 30494, которые составляют **20–22 °С**», что негласно означает: в муниципальном жилье — 20 °С, а в коммерческом, где больше заплатят, можно 21 °С, а то и 22 °С. Естественно, рассматриваемые Изменения № 2 не коснулись этого текста. На мой взгляд, должна быть возвращена формулировка СНиП 23-01-2003 — СП 60.13330.2016.

То же в отношении минимальной нормы воздухообмена для вентиляции отапливаемых помещений. С 80-х годов прошлого века, а может, и раньше эта норма принималась для жилых помещений 3 м³/ч воздуха на 1 м² жилой площади, для офисных помещений 40 м³/ч на одного человека в помещениях с естественным проветриванием и 60 м³/ч без естественного проветривания; для помещений, в которых люди находятся не более двух часов непрерывно (кинотеатры, зрительные залы и др.), — 20 м³/ч на одного человека. И эта норма практически не меняется до настоящего времени (см. Приложение В СП 60.13330.2020), за исключением нормы для жилых зданий, которые после выхода Стандарта АВОВ 1-2002 «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена» стали зависеть, как и бытовые теплопоступления, от плотности заселения квартир: при средней заселенности квартир менее 20 м² общей площади на человека и менее — 3 м³/ч на 1 м² жилой площади; при плотности заселения более 20 м² общей площади квартир на человека — 30 м³/ч воздуха на человека, но не менее 0,35 обмена в час от объема квартиры.

Анализируя процесс нормирования минимального воздухообмена в помещениях зданий в зарубежных странах [9], в отличие от нашего неизменного состояния выявлена тенденция совершенствования методики расчета минимального воздухообмена в США, что привело к снижению удельного его значения. Так, если по стандарту ASHRAE 62-1-1999 минимальное значение воздухообмена в офисных помещениях задавалось в объеме

**28–30
НОЯБРЯ 2023**



**РОССИЙСКИЙ
ПРОМЫШЛЕННИК**
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ-ВЫСТАВКА

**УСТОЙЧИВОСТЬ
И РАЗВИТИЕ**

СООРГАНИЗАТОРЫ:



 **МИНПРОМТОРГ
РОССИИ**



**ПРАВИТЕЛЬСТВО
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

EXPOFORUM

12+
реклама

наружного воздуха на человека и составляло **36 м³/ч** (10 л/с) на человека (примерно столько же, как и у нас, — **40 м³/ч**), то в нормах ASHRAE 62.1-2004 заявлен новый подход в определении расчетного воздухообмена в помещениях общественных зданий за исключением медицинских учреждений.

Норма воздухообмена теперь определяется суммированием потребности подачи свежего наружного воздуха непосредственно для дыхания человека и для разбавления вредностей, выделяемых в помещении, где он находится, с учетом заданной площади, приходящейся на человека. Тогда суммарный расход наружного воздуха, требующийся на одного человека (V_{bz}), м³/ч, занимающего заданную площадь помещений в зоне вентиляции, должен быть не меньше значения, определенное в соответствии с уравнением 6.2.2.1:

$$V_{bz} = R_p \times P_z + R_a \times A_z, \quad (6.2.2.1)$$

где R_p — норма расхода наружного воздуха, необходимого на одного человека, м³/(ч·чел.), согласно таблице 6.2.2.1 для офиса $R_p = 9$ м³/ч (2,5 л/с) на человека; P_z — количество людей в вентилируемой зоне, принятой по умолчанию, равной в данном примере одному человеку; R_a — норма расхода наружного воздуха, необходимого для разбавления вредностей, исходящих от окружения человека, приходящаяся на 1 м² заданной площади пола помещений в зоне вентиляции, м³/(ч·м²), для офиса $R_a = 1,08$ м³/(ч·м²);

A_z — площадь пола вентилируемой зоны помещения, приходящаяся на одного человека, по умолчанию в м², по нашим нормам СП 118.13330 это расчетная площадь отапливаемых помещений на одного человека.

Значения величин R_p и R_a , приведенные в табл. 6.2.2.1, по заявлению авторов документа, основаны на анализе источников загрязнения, предельных концентраций загрязняющих веществ и уровня воспринимаемой приемлемости внутреннего воздуха, поэтому они отличаются для разных зданий и помещений различного назначения.

В рассматриваемом примере офиса в соответствии с табл. 6.2.2.1 ASHRAE

62.1-2004 при $A_z = 14$ м²/человека минимальный воздухообмен на одного человека, определяемый из формулы (6.2.2.1), будет: $V_{bz/чел} = 9 \cdot 1 + 1,08 \cdot 14 = 24$ м³/ч **на человека, или в 36/24 = 1,5 раза меньше, чем было до 2004 года.** Согласно ASHRAE 62.1-2016, где величины R_p и R_a остаются без изменения, но принята норма плотности заселения 20 м² площади пола помещения на человека, минимальный воздухообмен на одного человека оказался больше: $V_{bz} = 9 \cdot 1 + 1,08 \cdot 20 = 30,6$ м³/ч, чем по ASHRAE 62.1-2004 — 24 м³/ч, но на м² площади пола меньше: $30,6/20 = 1,53$ м³/(ч·м²) [по нормам 2004 года — $24/14 = 1,7$ м³/(ч·м²)]. Из чего следует, что в сравнительной оценке энергоэффективности предлагаемого решения при использовании новой методики расчета минимального воздухообмена в отапливаемых и вентилируемых помещениях более правильно требуемый объем наружного воздуха для вентиляции относить на м² площади пола, а не на человека.

Поэтому в гармонизированную нами табл. 6.2.2.1 из ASHRAE 62.1-2016, помимо пересчета нормативных значений воздухообмена, принятых в США, с учетом нормируемой в России плотности заселения помещений общественных зданий различного назначения выполнен пересчет норм минимального воздухообмена, отнесенных к единице площади пола вентилируемых помещений, как для норм США, так и России, включив в таблицу еще две дополнительные колонки [10]. Гармонизированная табл. 6.2.2.1 в виде табл. В.2 приводится в дополненном нами Приложении в Изменения № 2 к СП 60.13330.2020 (при этом в табл. В.1 следует исключить строку «Общественные и административно-бытовые»), а ссылка на нее указана в п. А.4 Приложения А.

Напомню, что согласно нашим действующим нормам СП 60.13330.2020 по табл. В.1 Приложения В минимальный расход наружного воздуха на одного человека в офисных помещениях с естественным проветриванием составляет 40 м³/ч, а без него — 60 м³/ч независимо от площади пола помещения, приходящегося

на этого человека. А в соответствии с п. 6.2 СП 44.13330.2012 «Административные и бытовые здания» площадь помещений служб управления и конструкторских бюро следует принимать из расчета 4 м² на одного работника управления и 6 м² на одного работника конструкторского бюро. Даже если принять плотность заселения 6 м² на одного человека и минимальный воздухообмен сохранить в объеме 40 м³/ч на человека, удельная величина его на м² расчетной площади помещения офиса составит $40/6 = 6,7$ м³/ч на м², или в $6,7/1,53 = 4,4$ раза больше, чем по нормам ASHRAE 62.1-2016! А если принять 60 м³/ч на человека, как очень любят принимать проектировщики, то будет в 6,6 раза больше! Об энергоэффективности таких зданий придется забыть.

Если же основываться на методике расчета из ASHRAE 62.1-2016, но принять по умолчанию площадь пола вентилируемой зоны помещения по нормам России, то для офисных помещений конструкторских бюро суммарный воздухообмен на м² площади пола согласно предлагаемой нами табл. В.2 Приложения В к СП 60 будет: $V_{bz/м^2} = (9 \cdot 1 + 1,08 \cdot 6)/6 = 2,6$ м³/(ч·м²), что норму вентиляционного воздухообмена ASHRAE на м² площади пола превышает уже только в $2,6/1,53 = 1,7$ раза, а не в 4,4 раза при 40 м³/ч на человека. Полученная норма воздухообмена в России $2,6$ м³/(ч·м²) все равно больше из-за меньшей площади пола вентилируемой зоны на человека, чем в США — $1,53$ м³/(ч·м²), но не так катастрофично.

С учетом изложенного нами предложено дополнить рассматриваемое Приложение А «Расчет тепловых нагрузок на системы отопления и вентиляции» в Изменениях № 2 к СП 60.13330.2020 указаниями, какие принимать удельные бытовые теплопоступления для жилых многоквартирных домов и общественных зданий различного назначения в отопительный период и в период охлаждения вместе с прилагаемой таблицей (п. А.7); дополнить текст добавочными теплопотерями к основным, как было в пропущенных приложениях (Примечания 5, 6, 7 к п. А.2);

предоставить методику расчета теплотеря каждой комнаты в квартире с естественным притоком для определения площади нагрева отопительных приборов (п. А.8); предложить, как определить расчетные теплопотери лестнично-лифтового узла в МКД (п. А.9); как определить расчетную тепловую нагрузку на систему водяного отопления многоквартирного дома и общественного здания с естественным притоком наружного воздуха для вентиляции отапливаемых помещений (п. А.10), а также с круглосуточным режимом работы и с механической приточной вентиляцией с централизованным нагревом наружного воздуха (пп. А.11 — А.13); как определить расчетную тепловую нагрузку на систему воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией (пп. А.14, А.15), а также в общественных зданиях с периодическим режимом эксплуатации, но с непрерывным отоплением (п. А.16).

Далее следует обратить внимание на изменения «Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» в редакции, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 27.05.2022 № 963. Необходимо выделить текст, связанный с усилением роли экспертизы, — первый пункт начинается со слов: «1. Настоящее положение устанавливает состав разделов проектной документации, подлежащей экспертизе ...» (в предыдущей редакции документа ссылки на экспертизу не было), и распространяет действия предлагаемого документа не только на строительство новых зданий, а также при их реконструкции и капитальном ремонте, но и «с расширением распространения принятых в проектной документации технических решений на возможность их реализации при эксплуатации объекта капитального строительства» (см. Изменения № 2 к п. 3 Составы разделов).

Отметим при этом требования этого Положения в п. 19 к подразделу «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети» раздела 5, который содержит в текстовой части необходимость включения в проектную документацию:

«е) сведения о тепловых нагрузках на отопление, вентиляцию ...», чему отвечает 1-я часть Приложения А пп. А.1 — А.16, включая мои дополнения, и

«л) описание систем автоматизации и диспетчеризации процесса регулирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха», чему отвечает 2-я часть моего дополнения к Приложению А: Методика расчета графиков регулирования подачи теплоты в системы отопления, пп. А.17 — А.22. Для реализации при эксплуатации объекта капитального строительства оптимальных энергосберегающих решений в части регулирования подачи теплоты в систему отопления зданий необходимо в проектной документации рассчитать требуемые для каждой системы отопления индивидуальные графики изменения температуры теплоносителя, подаваемого в эту систему в зависимости от температуры наружного воздуха и с учетом всех составляющих теплового баланса здания, позволяющие от реализации этих графиков регулирования достигнуть экономии тепловой энергии на отопление от 15 до 40 и более процентов в годовом потреблении по сравнению с настоящим состоянием, и без дополнительных инвестиций, а путем перенастройки контроллера имеющегося регулятора.

Для закрепления этого результата необходимо заменить концовку 1-го предложения п. 6.1.2 на: «...а также автоматическое регулирование *подачи* теплоты в систему отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха *с учетом увеличивающейся доли бытовых теплопотуплений в тепловом балансе дома с повышением наружной температуры и учетом выявленного запаса тепловой мощности системы отопления*» — *выделенное курсивом дополнение автора.*

Такой результат был подтвержден натурными испытаниями, проводимыми в отопительном сезоне 2009–2010 годов по инициативе Мосгосэкспертизы (в которой я работал начальником отдела энергетической эффективности зданий) и по распоряжению мэра Москвы Ю. М. Лужкова

(№ 4-19-17233/9 от 4 сентября 2009 года) в 84-квартирных 12-этажных типовых блочных домах серии И-18-01/12 в ЮЗАО на ул. Обручева после капремонта с утеплением, в одном из которых контроллер регулятора подачи теплоты в местную систему отопления был перенастроен на оптимизированный график, описанный в наших дополнениях к изменениям Приложения А СП 60. В других домах контроллер АУУ был настроен на поддержание проектного графика с расчетными параметрами теплоносителя 95–70 °С независимо от запаса тепловой мощности и без учета увеличивающейся доли бытовых тепловыделений в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха, но зато каждый отопительный прибор был оборудован термостатом и каждый стояк системы — автоматическим балансировочным клапаном.

В доме, в котором контроллер был перенастроен на оптимизированный график и он поддерживался с 18 ноября до начала апреля в течение 4,5 месяца подряд, удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, пересчитанный на нормализованный отопительный период, составил 99,5 кВт·ч/м². А если еще учесть 6-процентное реальное увеличение поверхности нагрева отопительных приборов по сравнению с проектом, зафиксированное соответствующими актами при обходе квартир, то фактическое теплопотребление дома было бы даже ниже норматива — 95 кВт·ч/м². В то же время теплопотребление трех домов, подача теплоты в систему отопления которых была настроена на проектный режим работы без учета бытовых теплопотуплений в полном объеме, оказались в среднем $(133,2 + 146,4 + 141,3)/3 = 140$ кВт·ч/м², что на 47% больше нормативного и достигнутого нами в таком же доме. Температура воздуха в квартирах не опускалась ниже комфортного уровня. Результаты испытаний опубликованы в [11, 12].

Утверждение, что уточнять температурные графики подачи теплоты на отопление не актуально, поскольку по требованиям

данного СП на всех отопительных приборах системы отопления установлены терморегуляторы, которые автоматически устраняют избытки теплоты в отапливаемых помещениях, ошибочно. И ошибка кроется в том, что в системе отопления без терморегуляторов, но с авторегулированием на вводе в соответствии с разработанным нами графиком уже достигнута экономия теплоты на отопление, даже вызывающая у некоторых сомнения, но подтвержденная фактическими измерениями от ЕРЦ, а также и тем, что в новой редакции п. 6.2.13 основного текста, который гласит: «6.2.13 Номинальный тепловой поток отопительного прибора следует принимать в соответствии с результатами расчета. При наличии терморегулятора номинальный тепловой поток отопительного прибора следует принимать на 10–15% больше требуемого по расчету, для возможности выбора потребителем диапазона комфортной температуры (в пределах допустимого диапазона) и компенсации неучтенных дополнительных тепловых потерь». Напоминаю, что согласно ГОСТ 30494 допустимый диапазон температур в холодное время года составляет 18–24 °С, а диапазон комфортной — 20–22 °С. Как это можно выбирать диапазон комфортной температуры в пределах допустимого диапазона?

Практика показывает, что в России, на всякий случай, применяют термостаты, настроенные даже на поддержание 26 °С. Это означает, что они начинают закрываться (а менталитет российского жителя таков, что большинство устанавливают термостаты на полное открытие клапана) при достижении 24–26 °С. Но эта температура для подавляющего большинства жителей является избыточной, и они, не дожидаясь, когда произойдет автоматическое закрытие клапана терморегулятора, открывают окна, сбрасывая излишки теплоты на улицу, а термостаты продолжают оставаться в открытом положении. Это подтверждается теми же испытаниями на ул. Обручева [12]. В доме 59, система отопления

которого была оборудована, кроме терморегуляторов, еще и теплораспределителями на отопительных приборах, с 20 декабря 2009 по 19 января 2010 года автоматика АУУ отключилась, что четко видно по резкому увеличению расхода теплоносителя на отопление до максимума — с 2,4 до 4,5 т/ч (почти в два раза), и расход теплоты, потребляемый системой отопления, вырос на 40–50% по сравнению с требуемым — термостаты не смогли снять этот перегрев. И только когда вновь была включена автоматика на АУУ, теплоснабжение восстановилось до проектного. Считаю, **подчеркнутое мной в п. 6.2.13 (в пределах допустимого диапазона) следует исключить!**

В [13] было выявлено, что в Германии, ведущей страны Европейского союза, «графики изменения тепловой нагрузки на систему отопления здания в зависимости от температуры наружного воздуха» строятся без учета бытовых теплотопотуплений — отопление прекращается при температуре наружного воздуха, равной расчетной внутренней 20 °С. С точки зрения авторов Изменений № 2 к СП 60.13330, отвергающих наши дополнения, казалось бы, правильно — система отопления рассчитана на поддержание температуры воздуха в жилых комнатах 20 °С и при снижении наружной температуры ниже 20 °С и должна включаться/выключаться система отопления здания. Однако, как мы уже отмечали, тепловой баланс здания, из которого определяется тепловая нагрузка системы отопления, включает не только теплотопотери через наружные ограждения и расход теплоты на нагрев наружного воздуха для вентиляции отапливаемых помещений, но и поступление теплоты от внутренних теплоисточников (от освещения, работающих электрических или газовых плит, включенных электроприборов, от пользования горячей водой и полотенцесушителем и, наконец, метаболические теплотопотупления от находящихся в помещении людей), а также внешние теплотопотупления от солнечной радиации.

Наличие этих теплотопотуплений позволяет начинать отопление при более низких температурах наружного воздуха, что создает дополнительную экономию тепловой энергии на отопление, позволяя снизить выбросы углекислого газа путем сокращения объемов сжигания ископаемого топлива для получения этой энергии. Правда, при осуществлении центрального авторегулирования местных систем водяного отопления зданий солнечные теплотопотупления учесть затруднительно (это возможно при разделении системы отопления на пофасадные ветки с самостоятельным центральным авторегулированием графика подачи теплоты в зависимости от изменения наружной температуры с автокоррекцией по отклонению от заданного значения температуры воздуха в помещениях, ориентированных на данный фасад [14]), а бытовые теплотопотупления учитываются путем параллельного смещения графика изменения теплопроизводительности системы отопления, построенного без учета бытовых теплотопотуплений, вниз в зависимости от доли этих теплотопотуплений к расчетной тепловой нагрузке системы отопления, поскольку среднесуточная величина бытовых теплотопотуплений практически постоянна в течение отопительного периода и не зависит от изменения температуры наружного воздуха.

Удивительно, что в Германии пренебрегают такой возможностью получения дополнительной экономии энергии при отоплении зданий. Несмотря на то, что из-за низкой плотности населения квартир в Германии (47 м² общей площади на одного жителя, в России по данным Росстата — 24 м², а в Москве — 20–22 м² на одного жителя) доля бытовых теплотопотуплений к тепловой нагрузке системы отопления составляет около 0,09, в то время как в упоминаемых выше домах московской серии II-18-01/12 после капремонта с утеплением — 0,25, расчеты, выполненные в [13], показали, что в Германии перерасход тепловой энергии на отопление жилого дома без учета бытовых теплотопотуплений в тепловом

балансе дома даже при их минимальной величине 10 Вт/м^2 площади жилых комнат составляет **19,3%**. Это достаточно убедительно для пересмотра методики определения годового теплопотребления на отопление зданий одновременно с иностранными программами расчета систем отопления, используемыми российскими проектировщиками, и соответствующей перенастройки контроллера авторегулятора. Перерасход теплопотребления на отопление дома за отопительный период при учете бытовых теплопоступлений в расчете тепловой нагрузки системы отопления, но без учета повышения их доли в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха выше расчетной составит **9,7%**, а прекращение отопления при $t_n = 17,2 \text{ }^\circ\text{C}$.

В жилых домах серии ИИ-18-01/12 после капремонта с утеплением, если не учитывать бытовые теплопоступления, перерасход теплоты будет 75% от годового теплопотребления при авторегулировании подачи теплоты на отопление по предлагаемой нами методике с прекращением отопления при $t_n = 11,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Если бытовые теплопоступления учитывать в размере 10 Вт/м^2 вместо 17 Вт/м^2 согласно заселенности, то перерасход теплоты будет 53%, а перерасход теплопотребления на отопление дома за отопительный период при учете бытовых теплопоступлений в расчете производительности системы отопления, но без учета повышения их доли в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха выше расчетной составит **37%**. Поверхность нагрева отопительных приборов системы отопления в рассматриваемой серии дома была завышена на 20%. Для устранения создаваемого при этом перегрева параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, должны быть в расчетных условиях $84\text{--}63 \text{ }^\circ\text{C}$ вместо $95\text{--}70 \text{ }^\circ\text{C}$.

И последнее, в изменениях к Положению о составе разделов проектной документации ... в подразделе «3. Отопление, вентиляция ...» появились новые требования о необходимости включения в проектную документацию этого подраздела:

«о.3) сведений о показателях энергетической эффективности объекта капитального строительства, в том числе о показателях, характеризующих годовую удельную величину расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию в объекте капитального строительства; (в ред. ППРФ от 27.05.2022 № 963) — *здесь и в п. о.4) явная ошибка: там указано «расхода теплоносителей», а надо, конечно, «расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию», потому что расход теплоносителя не нормируется, его изменения связаны с изменением потребности отопления, далее по тексту (В. Ливчак)*;*

о.4) сведений о нормируемых показателях удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию и максимально допустимых величинах отклонений от таких нормируемых показателей (за исключением зданий, строений, сооружений, на которые требования энергетической эффективности не распространяются).

Нами разработаны и переданы в НИИ Строительной физики и ФАУ «ФЦС» предложения об изменениях и дополнениях основного текста документа и приложений к нему, отражающие эти требования энергоэффективности, но, учитывая трудности, связанные с изъятием части текста, посвященного энергоэффективности зданий, из СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», я не настаиваю на реализации этих предложений в рассматриваемых изменениях — к сожалению, без этого дополнения в нашей стране будет продолжаться невыполнение требований Президента (указ № 889 от 04.06.2008), Правительства и законодательных органов

о повышении энергоэффективности строящихся и капитально ремонтируемых существующих зданий [15] — тоже юбилей, десять лет статье, обратившей на это внимание! И все, как говорится, «мимо сада с песней» — это еще самое мягкое выражение, когда стремление освоить инвестиции подавляет государственную целесообразность.

Поэтому целесообразней издать эти материалы отдельным документом вместо действующего, но требующего обновления стандарта НОП (ныне НОПРИЗ) «Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания» СТО НОП 2.1-2014, разработанного НП «АВОК», несколько изменив название на: «Реализация требований повышения энергетической эффективности зданий и систем их инженерного обеспечения. Энергетический паспорт зданий. Примеры расчета энергоэффективности проекта здания реальной», следует утвердить этот документ на федеральном уровне. Документ уже подготовлен к печати, но не востребован. Вот его содержание.

Реализация требований повышения энергетической эффективности зданий и систем их инженерного обеспечения. Энергетический паспорт зданий. Примеры расчета энергоэффективности проекта зданий

Введение

1. Область применения.
2. Нормативные ссылки.
3. Термины и определения.
4. Общие положения.
5. Требования к энергетическому паспорту проекта здания и порядок его разработки.
6. Состав энергетического паспорта проекта здания.
7. Расчет теплопотерь через наружные ограждения.
8. Расчет расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий за отопительный период с естественной системой точной вентиляции.

*В статье к. т. н. Самарина О. Д. в журнале «СОК» № 2 — 2023 также обращено внимание на эту ошибку, и ФАУ «ФЦС» ему ответило, что, «была допущена неточность в формулировке "годовая величина расхода теплоносителя", так как расход теплоносителя в системах отопления на показатели, характеризующие выполнение требований энергетической эффективности, непосредственно не влияет. В соответствии с п. 3 Приказа Минстроя России от 17 ноября 2017 года № 1550/пр "Об утверждении Требований энергетической эффективности зданий ..." выполнение требований энергетической эффективности обеспечивается соблюдением удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию всех типов зданий, строений и сооружений».

9. Расчет тепловых нагрузок на отопление и вентиляцию на здание в целом.

10. Расчет нагрузок и теплоэнергетических годовых показателей на водоснабжение.

11. Расчет нагрузок на электроснабжение.

12. Расчет электроэнергетических годовых показателей на электроснабжение и общего годового потребления энергии зданием.

13. Установление класса энергетической эффективности проектируемого здания.

14. Установление класса энергетической эффективности по результатам энергетического обследования эксплуатируемого здания.

Приложение А (обязательное) Базовые и нормируемые по годам строительства суммарные удельные годовые расходы тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды и на квартиры.

Приложение Б (обязательное) Форма для заполнения энергетического паспорта (ЭП) проекта здания.

Приложение В (справочное) справочные таблицы.

Приложение Г (рекомендуемое) Определение расчетных параметров теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, при наличии запаса в поверхности нагрева отопительных приборов.

Приложение Д (рекомендуемое) Определение изменения относительного расхода тепловой энергии в систему отопления в зависимости от температуры наружного воздуха.

Приложение Е (обязательное) Нормирование теплопотребления приточной вентиляции общественных зданий.

Приложение Ж (справочное) Пример ЭП проекта жилого многоквартирного дома.

Приложение И (справочное) Пример ЭП проекта общественного здания (школы).

Приложение К (справочное) Пример ЭП проекта высотного здания многофункционального назначения для установления его энергетической эффективности.

Приложение Л (справочное) Оценка энергоэффективности эксплуатируемых многоквартирных домов по расходу суммарной конечной энергии.

Приложение М (справочное) Примеры расчета удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий.

Приложение Н (рекомендуемое) Особенности расчета расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий за отопительный период с механической системой приточной вентиляции и периодическим режимом работы.

Приложение О (рекомендуемое) Использование «фрикулинга» для повышения энергетической эффективности при отоплении и вентиляции общественного здания с механической приточной вентиляцией и периодическим режимом работы.

Приложение П (рекомендуемое) Уточнение величин внутренних теплопоступлений в зданиях для периодов отопления и охлаждения. Методика и примеры расчета годового расхода холода на охлаждение и вентиляцию кондиционируемых помещений.

Приложение Р (рекомендуемое) Предложения по ведению отчетности показателей, включенных в госдоклад Минэкономразвития, в табл. Г.8 Удельные годовые расходы энергетических ресурсов субъектами РФ.

Приложение С (справочное) Обоснование величин, нормируемых базового и требуемого удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий для разных регионов России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ливчак В. И. О температурном графике отпуска тепла для систем отопления жилых зданий // Водоснабжение и санитарная техника. 1973. № 12.

2. Ливчак В. И. Учет внутренних теплопоступлений в жилых домах // АВОК. 2013. № 6.

3. Приложение Г (обязательное) Расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление жилых и общественных зданий за отопительный период, СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», введены в действие с 1 октября 2003 года постановлением Госстроя России от 26.06.2003, № 113.

4. Ливчак В. И. Гармонизация исходных данных российских норм, определяющих величину внутренних теплопоступлений, с европейскими нормами. «АВОК» № 1 — 2014.

5. Ливчак В. И. Уточнение величин внутренних теплопоступлений в зданиях для периодов отопления и охлаждения. «СОК» № 5 — 2023.

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

7. Ливчак В. И. Почему перегреваются офисные здания и что делать? // «АВОК» 2014. № 7.

8. Ливчак В. И. Методика и примеры расчета годового расхода холода на охлаждение и вентиляцию кондиционируемых помещений. «СОК» № 6 — 2023.

9. Ливчак В. И. О нормах воздухообмена общественных зданий и последствиях их завышения // АВОК № 6 — 2007.

10. Ливчак В. И. Сравнение российских и американских нормативов. Таблица минимальных норм воздухообмена из ASHRAE 62.1-2016, гармонизированная к российским условиям. «АВОК» № 6 — 2020.

11. Ливчак В. И., Забегин А. Д. Преодоление разрыва между политикой энергосбережения и реальной экономией энергоресурсов. «Энергосбережение» № 4 — 2011.

12. Ливчак В. И., Забегин А. Д. Стратегия авторегулирования систем отопления МКД // «Энергосбережение» 2016. № 3.

13. Ливчак В. И. О температурном графике центрального авторегулирования местных систем водяного отопления зданий. «СОК» // 2023. № 1 (еще раз через 50 лет [1]).

14. Ливчак В. И., Чугункин А. А., Оленев В. А. Энергоэффективность пофасадного автоматического регулирования систем отопления // Водоснабжение и санитарная техника. 1986. № 5.

15. 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.

XII Петербургский международный ГАЗОВЫЙ ФОРУМ

РЕКЛАМА

18+

31 октября —
3 ноября 2023



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ

САМАЯ АКТУАЛЬНАЯ
ИНФОРМАЦИЯ О ПМГФ
В TELEGRAM-КАНАЛЕ
@GASFORUMSPB



[GAS-FORUM.RU](https://gas-forum.ru)

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



ПАРТНЕРЫ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ПАРТНЕР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
СПОНСОР



ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЙ
ПАРТНЕР



НЕКОТОРЫЕ НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ВОДОПОДГОТОВКИ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ



МИХАИЛ НИКОЛАЕВИЧ ТОРОПОВ
Кандидат технических наук, заведующий лабораторией кафедры «Электропоезда и локомотивы» Российского университета транспорта (РУТ МИИТ). Специалист в области прочности и надежности конструкций и улучшения качества воды. Работал в НИИ «Промстальконструкция» МВТУ, МИИТе (доцент, начальник отдела НИР МИИТа). С 2018 года — заведующий лабораторией «Электропоезда и локомотивы». Разработчик технологии водоподготовки, отмеченной золотой медалью и дипломами международных выставок. Руководитель более чем 60 исследовательских и внедренческих работ по этому направлению. Котельные, тепловые сети, водопроводы, системы водотеплоснабжения и кондиционирования пассажирских вагонов. С 2018 года — внедрение технологии на системах водоохлаждения локомотивов. Автор более чем 190 научных статей. Разработчик целевых программ (региональной и Союзного государства России и Белоруссии, по защите от износа деталей и узлов техники).

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

А. С. Селиванов, старший преподаватель РУТ МИИТ

И. Е. Перков, заместитель начальника отдела АО «ВНИИЖТ»

Л. А. Воронова, старший преподаватель РУТ МИИТ

Проанализированы недостатки традиционной химводоподготовки (натрий-катионирование плюс деаэрация), и в сравнении с вышеуказанным рассмотрены технико-экономические результаты применения новой энергоресурсосберегающей экологичной технологии. Рассмотрено применение в системах других традиционных методов (ультразвук, обратный осмос и т. д.). Представлена разработанная методика температурозависимого потребления ТЭР при обработке систем теплоснабжения транспортного комплекса с применением энергетического метода водоподготовки (ЭМВ).

1. НЕКОТОРЫЕ НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ВОДОПОДГОТОВКИ

Возникает резонный вопрос: в состоянии ли решить все проблемы, возникающие при эксплуатации систем теплоснабжения, в том числе опасных производственных объектов, традиционная химводоподготовка (натрий-катионирование в сочетании с деаэрацией)?
Недостатки существующих методов умягчения воды хорошо известны.

Это, **во-первых**, повышение коррозионной активности подготовленной таким способом воды, когда ее щелочность не меняется, а минерализация возрастает.

Во-вторых, возврат пара в деаэратор часто отсутствует или невелик.

В-третьих, в большинстве котельных транспортного комплекса деаэрация осуществляется путем барботажа паром большого объема питательной воды, недогретой (ввиду так называемой «экономии»



Рис. 1. Особенности очистки от отложений системы водоохлаждения тепловоза (парового котла) при использовании воды кальций-гидрокарбонатного класса

ТЭР) до температуры насыщения на 10–20 °С. При таких условиях нормативное содержание кислорода и углекислого газа не может быть обеспечено. Оно повышено. Возможно, именно это объясняет появление многослойных, в частности, двухслойных отложений в паровых котлах и системах охлаждения дизелей тепловозов (рис. 1).

Слой, прилегающий к поверхности металла, — серовато-белого цвета, что косвенно свидетельствует о наличии в нем ионов кальция. Слой, смоченный водой, — буро-красный, с явным присутствием соединений железа, полученных в результате увеличения в воде

кислорода и углекислого газа при выходе их в атмосферу. Слои имеют разные коэффициенты теплопроводности. Разрушение двухслойной накипи в результате применения ЭМВ происходит по границе раздела фаз [1]. На этот «скол» требуется больше энергии, чем на разрушение одного слоя накипи. Образование таких стойких отложений будет способствовать увеличению расхода ТЭР в эксплуатации.

В системе охлаждения дизеля тепловоза подобное явление связано с большим содержанием газов в неподготовленной (а в некоторых случаях «сырой») воде, которой управляют системы.

К этому стоит добавить питание котлов непригодной для нужд теплоэнергетики водой (табл. 1).

К тому же нельзя сбрасывать со счетов:

- неисправное оборудование ВПУ;
- отсутствие полной цепочки водоподготовки (зачастую нет деаэраторов);
- неполную загрузку фильтров, некачественное их обслуживание (регенерацию);
- отсутствие контрольно-измерительных приборов.

И, наконец, в некоторых случаях — неправильно выбранный способ антикоррозионной защиты.

Таблица 1. Причины увеличения затрат при эксплуатации и ремонте систем теплоснабжения пассажирских вагонных депо и участков и методы их устранения

№ пп.	Причины увеличения затрат	Допустимые, критические значения, ПДК (нормативные документы)	Фактические значения по ремонтным предприятиям ОАО «ФПК»	Статьи затрат	Методы устранения, «смягчения» проблемы
1	Коррозионность водной среды	1. 0,2 мм/год — аварийная $V_{кор}$. 2. 0,085 мм/год — допустимая $V_{кор}$. 3. Допустимая величина утонения трубопровода от коррозии — 20%.	Из 31 объекта на 29 $V_{кор}$ превышает аварийную в 1,3–8,0 раза. На 2 объектах $V_{кор}$ в 2,0–2,5 раза больше допустимой.	Уменьшение ресурса эксплуатации. Замена трубопроводов при утонении до 20%. Перерасход ТЭР.	Проведение периодической антикоррозионной обработки, постоянные затраты электроэнергии, материалов, воды, применение дополнительного оборудования при превышении допустимой $V_{кор}$.
2	Склонность водной среды к накипеобразованию	Удельная загрязненность отложениями к моменту остановки на чистку не превышает: 500 г/м ² — при работе на газообразном и твердом топливе; 300 г/м ² — на жидком топливе; 1000 г/м ² — для водогрейных котлов. Толщина отложений не должна превышать 0,5 мм при остановке на чистку.	1. На 5 объектах до 200 г/м ² в год. 2. На 10 — до 400 г/м ² в год. 3. На 7 — до 600 г/м ² в год. 4. На 9 — от 1000 до 3000 г/м ² в год. 5. Толщина отложений от 0,4 до 7–10 мм.	Уменьшение ресурса эксплуатации. Перерасход ТЭР до 20%.	Проведение антиадгезионной обработки.
3	Содержание железа, мг/л	ПДК = 0,3 мг/л.	На некоторых объектах превышение ПДК в 10–13 раз.	Уменьшение ресурса эксплуатации. Перерасход ТЭР.	Обезжелезивающие установки.
4	Жесткость общая	До 5,0 мг-экв/л.	На некоторых объектах 5,3–6,8 мг-экв/л.	Уменьшение ресурса эксплуатации. Перерасход ТЭР.	Умягчение воды.
5	Солесодержание, мг/л	До 3000 мг/л.	На 6 объектах от 3500 до 10 000 мг/л.	Уменьшение ресурса эксплуатации. Перерасход ТЭР.	Уменьшение солесодержания.

Энергетический метод. Однократная обработка сроком на 5–7 лет.



АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ СЕЛИВАНОВ
Старший преподаватель кафедры
«Теплоэнергетика железнодорожного
транспорта» Российского
университета транспорта
(РУТ МИИТ).

*Сфера научных интересов: системы
тепло- и водоснабжения, водно-
химический режим источников
теплоты, тепловых сетей,
систем теплотребления
и водоснабжения, водоподготовка.
Автор более чем 50 научных
и учебно-методических работ.*

Так, в одном из депо при работе с водой гидрокарбонатного класса хлоридно-магниевого с минерализацией 158,9 мг/л, скоростью коррозии — 0,751 мм/год и содержанием 3494 мг/л с целью очистки и защиты системы от накипно-коррозионных отложений на котле были установлены четыре ультразвуковых прибора УПА-2М. В соответствии с договором в котельной через продолжительное время после установки ультразвуковых приборов была проведена обработка системы с применением ЭМВ. В связи с этим был осуществлен сравнительный анализ технических и технологических возможностей ультразвукового и энергетического методов (табл. 2).

В системах теплоснабжения указанного депо водная среда — агрессивная, скорость коррозии в 3,7 раза выше аварийных значений. Это способствовало локальной коррозии конструкций (рис. 2). При этом ультразвуковой метод оказался бесспорным против прохождения коррозионных процессов.

И только применение в системе ЭМВ уменьшило коррозионную активность водной среды.

Следует иметь в виду, что зачастую объекты теплоснабжения питаются водой с высоким содержанием железа, водой минерализованной с малой щелочностью

и высокой жесткостью (в основном скважинной). Нет другой воды в этих населенных пунктах. Ее вынуждено пить и население, которое здесь проживает. В некоторых случаях зафиксировано превышение ПДК по железу в воде в 10–12 раз. Да какая химводоподготовка с этим справится?

Как видно из табл. 1, устранить все причины, обуславливающие в том числе и перерасход ТЭР, в рамках одной традиционной, в данном случае химводоподготовки невозможно. Либо необходима целая гамма технологий и мероприятий для устранения этих явлений, либо разработка более эффективного способа водоподготовки. В первом случае расчет показал, что для выполнения всей этой цепочки потребуются как минимум от 3 до 7 миллионов рублей на объект (табл. 3).

При этом в данных табл. 3 анализировались в качестве метода антикоррозионной обработки: мембранные технологии; электрохимический способ; методы реагентной химической очистки, в том числе с использованием универсальных кислотных жидкостей; очистка от коррозии и отложений (ультразвук, химобработка) с пассивацией поверхностей покрытием из алифатических аминов (ПАИК); комбинация технологий: очистка

Таблица 2. Сравнительный анализ технических и технологических возможностей ультразвукового и энергетического методов

Энергетический метод	Ультразвуковой метод
Механизм	
Использование свободной энергии (термодинамический потенциал) ряда природных компонентов, разрешенных Роспотребнадзором РФ для водоподготовки.	Применение механических колебаний ультразвуковой частоты. Используется оборудование, состоящее из импульсного генератора и магнитострикционных преобразователей.
Назначение метода	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Очистка поверхностей от накипно-коррозионных отложений. 2. Антикоррозионная защита. 3. Антиадгезионная защита. 4. Улучшение качества воды. Приведение водно-химического режима в соответствие нормативным документам. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Очистка поверхностей от накипно-коррозионных отложений.
Особенности методов	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Обработка разовая на срок не менее пяти лет без использования оборудования и энергии. 2. Очистка и защита (антикоррозионная и антиадгезионная) по всему контуру водотеплоснабжения. 	Постоянное использование оборудования и энергии; Локальное действие метода. Для очистки больших объемов требуются 3–4 единицы оборудования. Невозможна установка оборудования в труднодоступных местах (трубопроводов).



Рис. 2. Ультразвуковые приборы УПА-2М. Коррозионные повреждения деаэратора в депо при использовании ультразвукового метода



ИВАН ЕВГЕНЬЕВИЧ ПЕРКОВ
 Технический эксперт
 АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»).
 Специалист в области железнодорожного подвижного состава и верхнего строения пути. В 2003 году окончил Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ). После университета работал в НИИ железнодорожного транспорта в отделении «Грузовые и пассажирские вагоны». В течение девяти лет работал в МИИТе, занимаясь проблемой энергоэффективности и повышения ресурса объектов водотеплоснабжения железнодорожного транспорта. Автор более чем 15 научных и учебно-методических работ.

поверхностей (ультразвук плюс хим-обработка) с покрытием из жидкого стекла; акустические системы: ультразвук, инфразвук; устройства обработки воды электромагнитными волнами расчетной частоты; регулируемые аппараты на постоянных магнитах; электромагнитные способы защиты; кавитационные способы; технологии обработки воды комплексонатами, гидрофлоу. Итого — 14 технологий.

А теперь посмотрим, целесообразно ли в этих условиях проводить лимитирование расхода ТЭР. Это самая распространенная мера экономии ТЭР в РФ. Подсчитаем, каких экономических результатов можно ожидать (рис. 3) [6].

Как видно из рис. 3, при несоблюдении ВХР (водно-химического режима) из 104 труб первого хода вышли из строя 35 (33,6%). Учитывая, что теплосъем труб 1-го хода составляет 55%, определяем,

что перерасход топлива только из-за этого — 18,5%. Толщина накипно-коррозионных отложений — порядка 2 мм. По классической зависимости перерасхода ТЭР от толщины отложений — перерасход ТЭР по этой причине составит еще 18%. Итого: $18,5 + 18 = 36,5\%$. Казалось, устрани этот перерасход, и зачем лимитирование (30%)?

В этих условиях лимитирование не способствует безопасной эксплуатации оборудования, так как лимиты расхода ТЭР не учитывают всех аспектов теплоснабжения. При подобном лимитировании расхода ТЭР всегда будет конфликт между лимитированием и внедрением передовых технологий повышения эффективности теплотопливопотребления.

Получение стабильных результатов возможно только при использовании современных энергоресурсосберегающих технологий.

Таблица 3. Статьи затрат при совершенствовании традиционного метода водоподготовки

Ежегодная антикоррозионная обработка	min 30 тыс/м ³
Деаэрационная установка (монтаж плюс стоимость самой установки)	Порядка 1,0 млн руб.
Средства на обезжелезивающие установки при работе со скважинной, артезианской водой	Минимум 2–3 млн руб.
Средства на закупку дополнительного катионита	
Средства на оборудование узлов учета отпускаемой теплоты	
Средства на гидравлическую промывку	
Средства на приобретение и установку грязевиков, шламоуловителей	
Средства на единовременную замену трубопроводов, арматуры и оборудования*	от 1,5 до 7,0 млн руб/км
ИТОГО НА ОБЪЕКТ	3–7 млн руб.

* Гарантированный срок эксплуатации трубопроводов 25 лет при $V_{кор} = 0,085$ мм/год, при скоростях коррозии 1,18–1,41 мм/год — 2–3 года



ЛАРИСА АНАТОЛЬЕВНА ВОРОНОВА
Старший преподаватель кафедры
«Теплоэнергетика транспорта»
Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Российский университет
транспорта (РУТ МИИТ)».
Сфера научных интересов:
системы теплоснабжения
и вентиляции, водоподготовка
в энергетике, общая экология.
Опубликовала десять научных
и учебно-методических работ.

В последнее время особенно для систем водоснабжения и теплоснабжения автономных жилых зданий разработаны и применяются новые методы подготовки воды [2]. В основе их лежат **технологии и оборудование обратного осмоса**. При их применении следует учитывать ряд технологических особенностей, присущих данному методу.

Во-первых, это повышенная коррозионность полученной осмотической воды [3]. Так, на рис. 4 отражен внешний вид воды (обычной, осмотической, осмотической с энергентом), используемой для заправки систем водоохлаждения дизелей тепловозов. Отчетливо видно, как коррозионна осмотическая вода.

Во-вторых, высокий уровень капитальных и эксплуатационных затрат, в том числе затраты на электроэнергию [2] (годовые) — 567 000 руб., на ингибиторы — 210 000 руб. + 245 000 руб. на ингибиторы при

подготовке горячей воды, сброс в канализацию — 140 000 руб., на моющие растворы — 134 000 руб., т. е. в сумме на растворы с их утилизацией — 729 000 руб. плюс электроэнергия.

Использование (одновременное) ингибиторов и моющих растворов (это в основном кислотные жидкости) вызвано одновременным возникновением в системе двух видов коррозии — электрохимической и микробиологической. Роль последней в коррозионных процессах на практике явно недооценивается [4]. Если для борьбы с электрохимической коррозией используют ингибиторы, то для микробиологической — окислители. Но ингибиторы усиливают микробиологическую коррозию [5].

В-третьих, большой солевой сброс в канализацию, особенно при обработке сильно загрязненной воды.



Рис. 3. Целесообразно ли лимитировать расход ТЭР для обеспечения безопасности эксплуатации теплоэнергетического оборудования



Рис. 4. Сравнительная коррозионность воды: осмотической (1), водопроводной (2), осмотической с энергентом (3)

Кроме того, технология не работает на предотвращение образования вторичных загрязнений, которые все равно возникнут.

2. НЕКОТОРЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ЭМВ В ТРАНСПОРТНОМ КОМПЛЕКСЕ

Для решения вышеуказанных проблем разработан энергетический метод водоподготовки (ЭМВ), который представляет собой особый вид ремонта систем производства и потребления теплоты. В данном случае используются мелкодисперсные механо и (или) гидромеханоактивированные экологичные составы [6–9].

Механизм работы мелкодисперсных минералов, разрешенных Роспотребнадзором для водоподготовки на питьевом контуре, основан на возникновении на границе фаз «жидкость-поверхность» двойного электрического слоя [10]. При введении в слой раздела фаз кристаллических частиц с дефектами кристаллических решеток (дислокациями) возникает дополнительное электрическое поле, что позволяет при правильном подборе вещества кристалла влиять на потенциал диффузионного слоя и менять направленность и скорость химических реакций). Это дает возможность кратно уменьшать скорость коррозии в системе и интенсивность накипеобразования. Вводимые в систему деформированные кристаллы имеют большой запас энергии, а ее минимизация происходит медленно. Как показал опыт, при образовании защитной пленки на поверхности конструкций взвеси в системе, даже при их содержании в воде до 150 мг/л, не пристают к металлу.

Наличие накипно-коррозионных отложений приводит к перерасходу ТЭР на объектах теплоэнергетики отрасли на 25–30%, в подвижном составе до 30%, резко снижая ресурс эксплуатации систем за счет запредельной скорости коррозии, ставя под угрозу здоровье пассажиров из-за некачественной воды в питьевом контуре.

Для решения указанной проблемы разработан новый подход, учитывающий ее многофакторность, а именно: коррозионную активность жидкой (водной) среды, интенсивность ее накипеобразования; конструктивные, технологические, технико-экономические особенности систем, класс исходной воды,

ее спектральные показатели, ОВП (окислительно-восстановительный потенциал), степень износа системы, ВХР [11].

Такой подход позволяет экологично решать проблему и в питьевом контуре [12–13], не разрушая любые конструкционные материалы, на любой жидкости (пресная, соленая вода, низкозамерзающие жидкости, химрастворы, нефть и т. д.), повышая ресурс стальных трубопроводов по крайней мере до 50–70 лет. Происходит связывание свободного кислорода в воде за счет окисления низших окислов железа до магнетита. Как было установлено совместно с Институтом океанологии РАН, энергент прекращает процессы биокоррозии и биообрастаний в системах [14–15]. К особо интересным свойствам относятся авторегулирование водородного числа (рН),

снижение жесткости воды, затягивание течей до 5 мм в диаметре.

И все это в рамках единой технологии.

С учетом вышеуказанного приведем ряд примеров внедрения ЭМВ на объектах теплоснабжения транспортного комплекса при получении положительных технико-экономических показателей. Во всех рассматриваемых случаях проводилась одноразовая обработка систем с гарантийным сроком безаварийной эксплуатации в течение не менее пяти лет. Очистка системы от отложений происходила с их отслоением в основной массе в виде мелкодисперсных фракций. Они удалялись из системы при сливе воды. При этом энергент, вводимый в систему в виде нано- или микроструктурированного состава в воде не растворялся и был химически



Рис. 5. Взаимосвязь безопасности и экономичности при использовании ЭМВ на паровых и водогрейных котлах



Рис. 6. Сравнимые с ПДК величины скорости коррозии, интенсивности накипеобразования, соледержания при использовании воды гидрокарбонатного класса хлоридно-магниевого с минерализацией 263 мг/л. Топливо — мазут

неактивен (не разъедал конструкционные материалы: металлы и сплавы, пластик, резину и т. д.). Он состоял из компонентов, разрешенных Роспотребнадзором РФ для водоподготовки, в том числе и питьевой воды.

Финансировать подобное применение ЭМВ целесообразно за счет статей ППР и ПР. По второй статье данная операция целесообразна за счет контроля параметров утвержденных технологических процессов. Для обеспечения безопасности эксплуатации опасных производственных объектов в федеральной нормативной документации определены параметры ВХР, на нее влияющие, а именно допустимая толщина отложений перед остановкой котла на очистку, солесодержание, жесткость, скорость коррозии, удельная загрязненность к моменту остановки на очистку, износ трубопроводов (рис. 5).

На одном из рассматриваемых объектов использовалась вода гидрокарбонатно-кальциевого класса сульфатно-натриевая, очень жесткая, мутная, содержащая много железа (2,83 мг/л), почти в десять раз превышающего ПДК, имеющая характерный привкус и запах. При не критической интенсивности накипеобразования (627 г/м² в год) и допустимой для водогрейных котлов удельной загрязненности 1000 г/м², за счет конструктивных особенностей котла и недостатков традиционных методов очистки, в депо не могли полностью очистить систему от накипно-коррозионных отложений. За 15 лет работы в котле скопилось порядка 375 кг отложений при средней толщине 2 миллиметра (рис. 5). Отложения удалены при обработке с применением ЭМВ. Они способствовали возникновению температурных напряжений, исчерпанию упруго-пластических свойств материала

и разрушению элементов конструкций. Этому способствовала и коррозионность среды (скорость коррозии — 0,298 мм/год). За счет приведения параметров ВХР в соответствие нормативам в результате применения ЭМВ система очистилась от отложений, образовалась защитная пленка. Экономия ТЭР составила порядка 18% (рис. 5). При этом скорость коррозии снизилась в пять раз до 0,06 мм/год, железо в подпиточной воде — до 0,43 мг/л.

Рассмотрим еще один объект.

Исходная вода гидрокарбонатного класса хлоридно-магниевая с минерализацией 263 мг/л, скорость коррозии 0,412 мм/год при аварийных значениях 0,2 мм/год, солесодержание 8700 мг/л (ПДК 3000 мг/л), топливо — мазут (рис. 6).

Общая система теплоснабжения депо состояла из довольно объемной системы ГВС (48 м³) и системы теплоснабжения с котельной (31,5 м³). Очистка любой из этих составляющих от накипно-коррозионных отложений влияла на расход ТЭР. Система ГВС обработана в сентябре 2012 года. При этом из системы выведено большое количество разрушенных продуктов коррозии и отложений при толщине последних от 7 до 10 мм. Система теплоснабжения с котельной обработана в сентябре 2013 года. За счет организации нормативного ВХР в депо и последовательных корректирующих обработок скорость коррозии в системе теплоснабжения также приведена в соответствие нормативным документам (рис. 7). Из-за особенностей ВХР системы процесс снижения скорости коррозии несколько затянут, но он не останавливает другого процесса — существенной экономии ТЭР в результате применения ЭМВ в процессе эксплуатации системы.

Солесодержание в воде приведено в соответствие нормативным документам (рис. 8).

Значительно уменьшились мутность и содержание железа в котловой воде: мутность — с 37,4 до 14,6 мг/л, содержание железа — с 1,07 до 0,464 мг/л.

В 2014–2015 гг. проведены комиссионные внутренние осмотры поверхностей питательного бака деаэратора, парового котла (два осмотра) и бака-аккумулятора системы ГВС (рис. 9–11).



Рис. 7. Изменение скорости коррозии в системах теплоснабжения пассажирского вагонного депо Москва после обработки

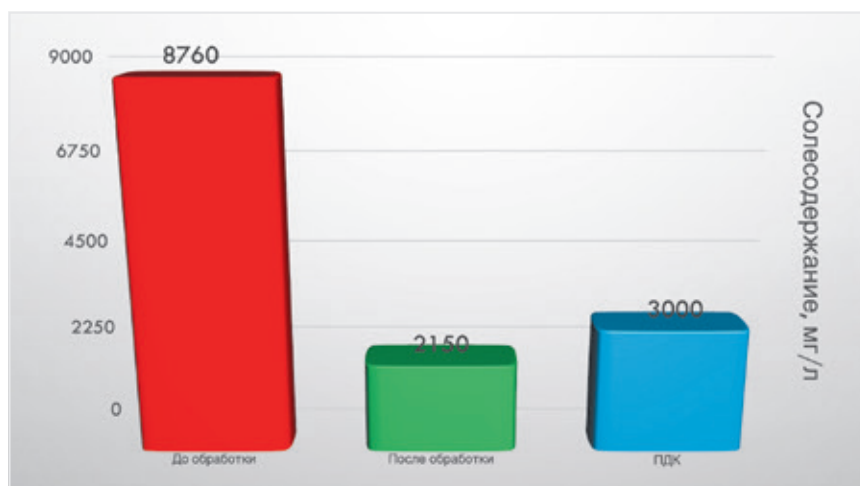


Рис. 8. Динамика изменения солесодержания в системе теплоснабжения пассажирского вагонного депо Москва после обработки



PARKING RUSSIA

**МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА
оборудования
и технологий
для обустройства
и эксплуатации
парковочного
пространства**



Москва, ЦВК «Экспоцентр»

**14|15|16
НОЯБРЯ
2023**



реклама

12+

Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге

MVK Международная
Выставочная
Компания

+7 (812) 401 69 55
parking@mvk.ru



**Получите бесплатный
электронный билет
на сайте parking-expo.ru,**

используя
промокод

PARK2023

По сравнению с базовым 2011 годом экономия ТЭР за период с 01.01.2013 по июль 2015 года составила **531,173 тонны мазута**. Данный результат получен за счет очистки и защиты системы от накипно-коррозионных отложений и приведения параметров ВХР системы в соответствие федеральным нормативным документам при проведении обработки и сопровождения [11].

При этом наблюдалось увеличение выработки теплоты при меньшем потреблении газа, отмеченное коммерческими счетчиками потребления тепла (узла учета тепловой энергии), установленными в прачечной депо (табл. 4).

Таблица 4. Данные по выработке теплоты в прачечной депо

Прачечная	
	Гкал
Январь-март 2013 года	1173,153
Январь-март 2014 года	1652,657
$\Delta_{2014-2013}$	479,504

ЭМВ применялся в системах тепловодоснабжения пассажирских вагонных депо при питании: от собственных котельных, систем тепловодоснабжения городов и производственных структур ОАО «РЖД». ЭМВ использовался и в тех случаях, когда технологически единая система принадлежала нескольким хозяйственным структурам. В ходе работ параметры ВХР приведены в соответствие нормативам (табл. 5).

Рассматривалось три объекта: ремонтные предприятия Москвы, Воронежа, Перми. На всех до применения ЭМВ отмечались высокие скорости коррозии, превышающие нормативные значения в 5, 3, 4 раза соответственно.

В депо Москва — высокое содержание с превышением ПДК в три раза. В депо Пермь — высокая интенсивность накипеобразования с превышением ПДК в семь раз, а также фактическая толщина отложений с превышением допустимой в три раза [16].

В результате обработки все указанные параметры, превышающие нормативные значения, снижены в пределах допустимых. Кроме того, в депо Воронеж в 2,5 раза сокращен удельный расход газа на выработку 1 Гкал тепловой энергии.



Рис. 9. Вид на паровое пространство бака питательной воды через 11 месяцев после обработки (2014 год). Отчетливо видна защитная пленка

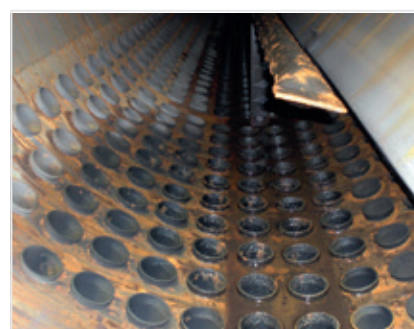


Рис. 10. Состояние труб конвективных пучков через 11 месяцев после обработки (2014 год)

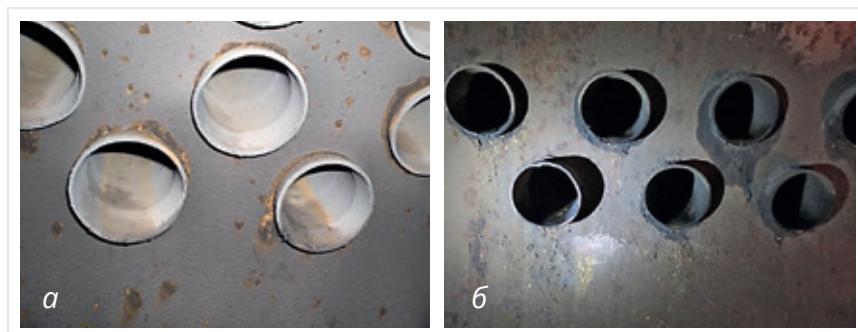


Рис. 11. Состояние: а) труб экрана перегородки через 11 месяцев после обработки (2014 год); б) экранных труб со стороны нижнего барабана через 23 месяца после обработки (2015 год)

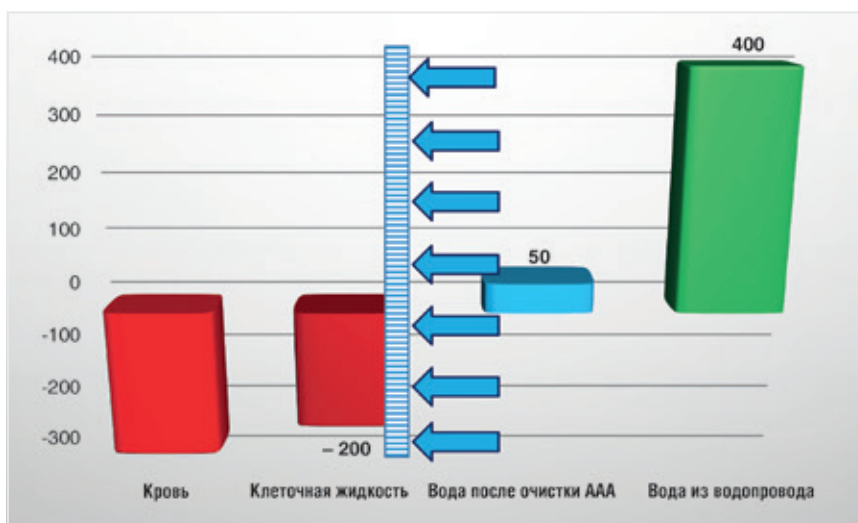


Рис. 12. Сравнительная величина окислительно-восстановительного потенциала крови, клеточной жидкости человека, невосковой воды и той же воды после очистки с применением ЭМВ

И еще несколько слов **об обратном осмосе**. В некоторых случаях без этой технологии не обойтись. Особенно при предельно низком качестве воды. Но настораживают высокие капитальные и эксплуатационные затраты.

Для сравнения, ЭМВ при получении в рамках единой технологии положительных результатов: по кратному снижению электрохимической, микробиологической,

межкристаллитной коррозии, накипеобразования, щелочности, жесткости, содержания железа, хлоридов и ряда других элементов требует затрат в течение 5–7 лет использования в размере до 30 000 руб. за 1 м³ водяного объема. В крайне сложных случаях мы предпочитаем проводить работы по улучшению качества воды с применением ЭМВ и технологии СПБГУПС

mitex™ 2023

Международная
выставка инструмента
Moscow International
Tool Expo

МОСКВА,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»
EXPOCENTRE
FAIRGROUNDS,
MOSCOW

7-10
НОЯБРЯ
NOVEMBER
2023



ОРГАНИЗАТОР / ORGANIZER

МОСКВА РОССИЯ
ЕВРОЭКСПО VIENNA AUSTRIA
EUROEXPO
Exhibitions and Congress Development GmbH

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР ВЫСТАВКИ / GENERAL SPONSOR

САИМАН
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ТЕХНИКА

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР / STRATEGIC PARTNER

Ассоциация Торговых компаний
и производителей электроинструмента
и средств малой механизации **РАТНЭ**

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ / SUPPORTED BY

ЭКСПОЦЕНТР
Международная выставка и конгресс

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ИНТЕРНЕТ ПАРТНЕРЫ / INFORMATION & INTERNET-PARTNER

ПОТРЕБИТЕЛЬ
www.master-forum.ru

MASTER-FORUM.RU

КРЕПЕЖ, КЛЕИ,
ИНСТРУМЕНТ И ...

12+ РЕКЛАМА ООО «ЕВРОЭКСПО»

WWW.MITEXPO.RU



Таблица 5. Приведение показателей ВХР в соответствие нормативным документам после ЭМВ на ряде ремонтных предприятий

Депо	Солеосодержание, мг/л		Интенсивность накипеобразования, г/кв. м в год		Количество очисток в год		Скорость коррозии, мм/год		Удельный расход ТЭР, куб. м/Гкал	
	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки
Москва	8760	2150								
Воронеж							0,246	0,008	818,41	320,00
Пермь			2080	400	7	1	0,355	0,1		

(д. т. н. Евгений Георгиевич Петров) с использованием алюмосиликатных активированных адсорбентов (табл. 6, рис. 12) [13], адсорбентов (табл. 6, рис. 12) [13], которые к тому же улучшают качество воды после очистки, уменьшая значения ОВП.

3. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ТЕМПЕРАТУРОЗАВИСИМОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЭР ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭМВ

Рассматриваем два случая: общий и частный.

Первый случай: котельная работает на цели теплоснабжения и технологию. При этом принимается низшая удельная теплота сгорания топлива (нагрузка на контур горячего водоснабжения мала).

Потребление топлива «В» за рассматриваемый период времени связано с потреблением теплоты абонентами следующим выражением:

$$B = \frac{Q_{OB} + Q_T}{Q_H \cdot \eta_K \cdot \eta_{ТС} \cdot (1 - K_{CH})} \quad (1)$$

где Q_{OB} , Q_T , Q_H — потребление теплоты за период времени на технологию, цели теплоснабжения и низшая удельная теплота сгорания топлива (нагрузка горячего водоснабжения мала);

$\eta_K = 0,882$, $\eta_{ТС} = 0,966$, $K_{CH} = 0,016$ — КПД котлов, тепловой сети и коэффициент расхода топлива на собственные нужды котельной.

$$Q_T = \sum q_{уд} \cdot N_B$$

где N_B — количество обработанных (окрашенных и пр.) вагонов/мес.;

$q_{уд}$ — удельный расход тепловой энергии на технологическую операцию в отопительный или летний период, Гкал/ваг. (согласно справке ЗАО «Вагон-Сервис».

Теплопотребление на цели теплоснабжения определяется средней наружной температурой рассматриваемого периода t_H

$$Q_{OB} = Q_{OB}^P \frac{(t_B - t_H)}{(t_B - t_{HP})} \quad (2)$$

где Q_{OB}^P , t_{HP} , t_B , t_H — расчетное потребление теплоты за период времени на цели теплоснабжения, расчетная наружная температура для проектирования системы отопления, температура внутреннего воздуха (16 °С — для производственных зданий) и средняя за период времени температура наружного воздуха соответственно.

Поэтому теплопотребление на цели теплоснабжения для периодов времени со средними температурами t_{H1} и t_{H2} должны соотноситься как

$$\frac{Q_{OB} \cdot t_{H1}}{Q_{OB} \cdot t_{H2}} = \frac{t_B - t_{H1}}{t_B - t_{H2}} \quad (3)$$

Учитывая (1–3), при условии, что котельная работает только на отопление в отопительный сезон, расчет производим по формуле (4):

$$\Delta B = \frac{t_B - t_{CP}^{базы}}{t_B - t_{CP}} B - B^{баз.года} \quad (4)$$

где t_B — температура в производственных помещениях (16 °С) в отопительный период;

$t_{CP}^{базы}$ — средняя температура за рассматриваемый период года;

t_{CP} — средняя температура за рассматриваемый период расчетного года;

$B^{баз.года}$ — расход топлива за рассматриваемый период базового года;

Таблица 6. Результаты испытаний адсорбента

Показатели, мг/дм ³	Результаты исследований		Нормативные документы на метод исследования
	исходные	после очистки	
Никель	94,0	0,0035	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Свинец	58,5	0,0070	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Кадмий	81,1	0,0040	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Железо	100,0	<0,0500	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Марганец	81,1	0,0047	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Цинк	66,3	0,0024	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Медь	60,1	0,0020	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Хром ³⁺	180,0	0,0060	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Нефтепродукты	500,0	1,0000	ПНДФ 14.1.2.4 140-98

В — расход топлива в рассматриваемом году.

Рассматриваются, к примеру, два периода: январь 2012 года (до обработки) и январь 2014 года (после ЭМВ).

Первая часть разницы дает значения расхода топлива, необходимого для поддержания комфортных условий в помещениях (+16 °С) в январе 2014 года при условии, что температура окружающей среды будет равна температуре в январе месяце 2012 года.

Знак минус указывает на экономию топлива в 2014 года по сравнению с 2012 годом.

ВЫВОДЫ

1. Недостатками традиционной химводоподготовки (натрий-катионирование + деаэрация), в том числе организационными, являются:

- повышение коррозионной активности воды при возрастании ее минерализации;
- отсутствие возврата пара в деаэратор либо резкое его уменьшение;
- недогрев воды (на 10–20 °С) с целью «экономии» ТЭР до температуры насыщения, что не обеспечивает нормативного содержания в воде кислорода и углекислого газа. Как следствие этого — возможно образование двухслойных отложений, осложняющих их удаление при очистке системы и обуславливающих перерасход ТЭР в эксплуатации;
- питание котлов непригодной для нужд теплоэнергетики водой;
- неисправное оборудование ВПУ;
- отсутствие полной цепочки водоподготовки, в том числе деаэраторов;
- неполная загрузка фильтров, некачественное их обслуживание;
- отсутствие контрольно-измерительных приборов;
- неправильный выбор технологий для осуществления антикоррозионной и антиадгезионной защиты.

2. Использование необоснованного лимитирования расхода ТЭР не способствует безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и осложняет внедрение на практике перспективных научных разработок в области водоподготовки.

3. Применение энергетического метода водоподготовки дает положительные технико-экономические результаты в системе в случаях

использования воды любого класса и при ненормативных параметрах ВХР (жесткость, щелочность, солесодержание, интенсивность накипеобразования, коррозионная активность жидкой среды, уровень загрязненности системы отложениями) при любых материалах трубопроводов и любых теплоносителях.

4. Разработана методика учета температурозависимого потребления ТЭР при обработке систем теплоснабжения с применением ЭМВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Торопов М. Н., Бегунов П. П., Селиванов А. С., Васильев Н. В., Перков И. Е. Некоторые технико-экономические аспекты применения энергетического метода водоподготовки в системах водотеплоснабжения. — Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2021. № 1, с. 40–52.
2. Первов А. Г., Спецов Д. В., Крупенко А. С., Аунг Т. З. Новые технологии подготовки воды систем водоснабжения и теплоснабжения автономных жилых зданий. — Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2023. № 2, с. 42–52.
3. Торопов М. Н., Бегунов П. П., Перков И. Е., Селиванов А. С., Васильев Н. В. Энергетический метод водоподготовки применительно к объектам транспорта. — Наука и техника транспорта, № 2, 2022, с. 26–33.
4. Торопов М. Н., Селиванов А. С., Васильев Н. В., Бегунов П. П., Перков И. Е. Так ли безопасны ингибиторные комплексы для систем водоохлаждения дизелей тепловозов? — Наука и техника транспорта, № 1, 2022, с. 11–18.
5. Воинцева И. И., Новиков М. Г., Продоус О. А. Продление периода эксплуатации трубопроводов систем водоохлаждения стальных и чугунных труб. — Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2019. № 1, с. 44–47.
6. Торопов М. Н., Селиванов А. С., Перков И. Е., Васильев Н. В. Взаимосвязь экологичности, безопасности и энергоэффективности при использовании ЭМВ в системах водотеплоснабжения. — Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2022. № 1, с. 32–43.
7. Аввакумов Е. Г. Механические методы активации химических процессов. — Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1986. — С. 486.

8. Гегузин Я. Е. Диффузная зона. — М.: Наука, 1979. — С. 344.

9. Безрукова Я. В., Донской В. И. и др. Особенности процессов релаксации электрических зарядов в гидратированных силикатах. — Технические ведомости СПб ГПУ. Наука и образование, 2012, 3–2, с. 51–56.

10. Киселев В. Г. Влияние емкости двойного электрического слоя на скорость коррозии на границе фаз. — Технические ведомости СПб ГПУ. Наука и образование, 2012, 3–2, с. 56–61.

11. Торопов М. Н. Взаимосвязь качества воды с экологичностью, безопасностью и энергоэффективностью при применении энергетического метода водоподготовки в системах водотеплоснабжения. — Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2022. № 2, с. 36–45.

12. Торопов М. Н., Селиванов А. С., Воронова Л. А., Перков И. Е. Энергетический метод водоподготовки (ЭМВ) — путь улучшения качества воды в системе водотеплоснабжения. — Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2022. № 3, с. 24–33.

13. Торопов М. Н., Бегунов П. П., Васильев Н. В. Улучшение качества питьевой воды за счет ее комплексной обработки. — Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2022. № 4, с. 34–45.

14. Торопов М. Н., Васильев Н. В., Селиванов А. С. Об универсальной технологии лечения теплоэнергетических систем с водосодержащим теплоносителем. — Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2023. № 2, с. 64–66.

15. Васильев Н. В., Торопов М. Н., Селиванов А. С. Проверка методики снижения скорости коррозии в морской и пресной воде в застойных зонах затопленных конструкций / Современные методы и средства океанологических исследований (МСОИ, 2021): Материалы XVII Международной научно-технической конференции, том 2. Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, 2021, 278 с.

16. Торопов М. Н., Перков И. Е., Бегунов П. П. Энергоэффективная, экологичная технология повышения ресурса систем водотеплоснабжения. — Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2019. № 1, с. 34–42.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

«АРКТИКА»

14–16
НОЯБРЯ 2023



ТЮМЕНЬ

Организатор форума



INTERNATIONAL
ASSOCIATION OF
FOUNDATION
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

Официальная поддержка



ниц строительство
научно-исследовательский центр



АО ЦНИИТС



ЦНИИПСК | stako
им. Мельникова
с 1950 года

Генеральный спонсор
форума



Спонсоры форума



СЕВЕРНЫЕ
ИЗЫСКАНИЯ



ГЕОИНЖСЕРВИС
испытания грунтов

Генеральные информационные партнеры



ВЕСТНИК
ИНЖЕНЕРНЫХ
ИЗЫСКАНИЙ

Геоинфо



www.fc-union.com, info@fc-union.com, +7 (495) 66-55-014, +7 925 57-57-810

реклама

12+



ЭКОЮРУС



ВЕНТО

Оборудование систем местной вытяжной вентиляции

проектирование * производство * монтаж * наладка * сервисное обслуживание

Чистый воздух — наша цель!



Сварка

Плазменная резка

Пайка

Шлифовальное
производство

Деревообработка

Прессовка
пластмассы

Автосервисы

Системы вытесняющей
вентиляции

Создание «воздушных
мостов»

10 ANTARUS ЛЕТ

НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ
ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ
И ПОЖАРОТУШЕНИЯ



5 линеек под
любые задачи

Российское
производство

Минимальные
сроки

Сервисная
поддержка

Гарантия 5 лет

ПОДБОР
УСТАНОВКИ
ЗА 15 СЕКУНД



[SEARCH.ANTARUS.RU](https://search.antarus.ru)

реклама



▶ Компания «Элита»

▶ 8-800-550-50-70

▶ www.elitacompany.ru

▶ www.antarus.ru